



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07152147 A**(43) Date of publication of application: **16 . 06 . 95**

(51) Int. Cl.

**G03F 1/08**  
**H01L 21/027**  
**H01L 21/3065**  
**H01L 21/306**

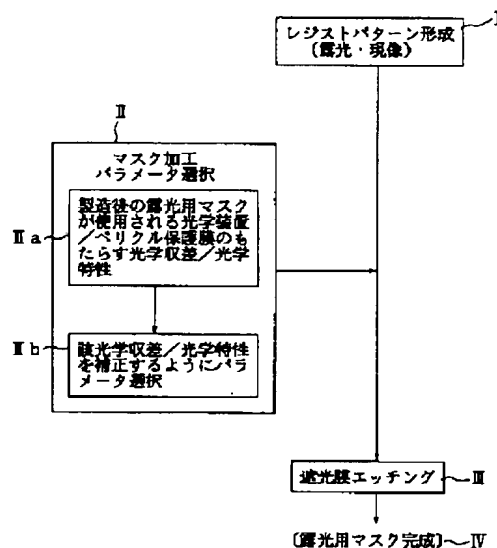
(21) Application number: **05325863**(71) Applicant: **SONY CORP**(22) Date of filing: **30 . 11 . 93**(72) Inventor: **KAWAHIRA HIROICHI**(54) **PRODUCTION AND APPARATUS FOR  
PRODUCING MASK FOR EXPOSING**

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide a light exposing device using the mask in a process and apparatus for producing the mask for exposing constituted to form a mask film on a transparent substrate and to form mask patterns by selective etching of this mask film and a technique of improving the accuracy of the line width at the time of transferring the mask patterns by correcting the optical aberrations and optical characteristics rendered by a pellicle protecting film, etc.

**CONSTITUTION:** The mask working process parameter of the conditions under which the mask patterns subjected to correction are formed on the mask is selected II in such a manner that the designed transfer patterns are obtd. on a material to be exposed by the mask for exposing according to the working conditions of the mask for exposing in stages up to a light shielding film etching stage after the formation I of the resist patterns at the time of forming the mask film on the transparent substrate and forming the mask patterns consisting of the mask film by selectively etching the mask film.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-152147

(43) 公開日 平成7年(1995)6月16日

|                           |      |         |                  |                     |
|---------------------------|------|---------|------------------|---------------------|
| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I              | 技術表示箇所              |
| G 0 3 F 1/08              | L    |         |                  |                     |
| H 0 1 L 21/027            |      |         |                  |                     |
| 21/3065                   |      |         |                  |                     |
|                           |      | 7352-4M | H 0 1 L 21/ 30   | 5 0 2 P             |
|                           |      |         | 21/ 302          | H                   |
|                           |      |         | 審査請求 未請求 請求項の数11 | F D (全 16 頁) 最終頁に続く |

(21) 出願番号 特願平5-325863

(22) 出願日 平成5年(1993)11月30日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 川平 博一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高月 亨

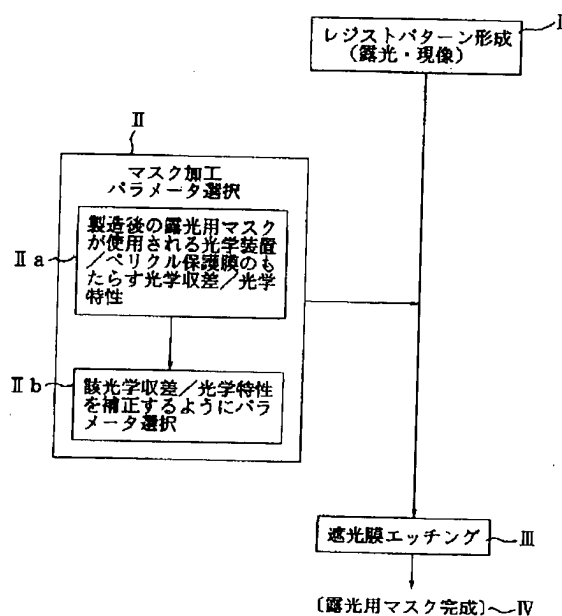
(54) 【発明の名称】 露光用マスクの製造方法及び製造装置

(57) 【要約】

【目的】 透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングすることによりマスクパターンを形成するようにした露光用マスクの製造方法及び製造装置において、そのマスクの使用される光露光装置及びペリクル保護膜等のもたらす光学収差、及び光学特性を補正してマスクパターンを転写した際の線幅精度を向上させる技術を提供する。

【構成】 透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングすることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成する際、レジストパターン形成 I 後の遮光膜エッチング工程に至る工程で、露光用マスクの使用条件に応じて該露光用マスクにより被露光材上に設計された転写パターンが得られるように補正がなされたマスクパターンがマスク上に形成される条件のマスク加工プロセスパラメータを選択 I I する。

発明の構成



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングすることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成する露光用マスクの製造方法において、

レジストパターン形成後の遮光膜エッチング工程に至る工程では、上記露光用マスクの使用条件に応じて該露光用マスクにより被露光材上に設計された転写パターンが得られるように補正がなされたマスクパターンがマスク上に形成される条件のマスク加工プロセスパラメータを選択することを特徴とした露光用マスクの製造方法。

【請求項2】上記マスク加工プロセスパラメータが、上記露光用マスクが使用される光露光装置及び／またはペリクル保護膜のもたらす光学収差及び／または光学特性を補正する構成で、該光学収差及び／または光学特性に応じて選択されるものであることを特徴とする請求項1に記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項3】上記の補正すべき光学収差が像面湾曲であることを特徴とした請求項2に記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項4】上記の補正すべき光学特性がペリクル膜により生ずる光学透過率差であることを特徴とする請求項2に記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項5】上記の補正を加える工程が、遮光膜ドライエッチング工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項6】上記の補正を加える工程が、レジストデスカム工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項7】上記の補正を加える工程が、レジストデスカム及び遮光膜ドライエッチングの両方の工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項8】上記の補正を加える工程が、レジストポストベイク工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項9】上記の補正を加える工程が、遮光膜ウェットエッチング工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項10】上記の補正を加える工程が、レジストポストベイク、レジストデスカム、遮光膜ウェットエッチング工程のうちの任意の複数の工程の組み合わせであることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法。

【請求項11】透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングすることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成する露光用マスクの製造装置において、

レジストパターン形成後の遮光膜エッチング工程に至る工程において、そのマスクの使用される光露光装置及び

ペリクル保護膜のもたらす光学収差及び光学特性を補正する構成で、その光学収差に応じたマスク加工プロセスパラメータを選択することを特徴とした露光用マスクの製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、露光用マスクの製造方法及び製造装置に関する。本発明は、例えば、半導体デバイスの製造などに用いられる露光用マスクの製造方法及び製造装置として利用することができる。

## 【0002】

【従来の技術】露光用マスクを利用してパターン形成を行う分野では精度の要請が年々厳しくなっており、例えば半導体装置の製造の分野では、各種半導体デバイスの高集積化に伴い、デバイス製造工程で要求されるチップパターン転写時のチップ内線幅均一性精度は、ますます厳格に要求されるようになって来ている。これに対応して、半導体デバイス製造用の露光用マスクに要求される面内線幅均一性も非常に厳しくなっている。

【0003】要求される半導体チップ内での線幅均一性精度は、例えば64MDRAM等の0.35 $\mu$ mデバイスにおいては、0.05 $\mu$ m程度であり、また、256MDRAM等の0.25 $\mu$ mデバイスにおいては、0.04 $\mu$ m程度となる。この精度は、通常デバイスプロセスにおいては、次の3種の精度に分けて考えることができる。

- 1) 露光装置のフィールド内線幅加工精度
- 2) エッチングプロセス精度
- 3) マスク線幅精度

このなかで、露光装置のフィールド内線幅加工精度は、いわゆるステッパーと呼ばれる縮小投影露光装置の場合、64MDRAM等を加工対象とした場合、0.04 $\mu$ m程度、また256MDRAM等を加工対象とした場合、0.03 $\mu$ mの精度を一般に必要とする。また、それぞれについて、5倍レティクルへの精度割り振りは0.05 $\mu$ m、及び0.04 $\mu$ m程度となっている。なおこの5倍レティクルの精度は、マスク上の数値である。

【0004】このようなデバイス加工に必要な精度を満たすために、露光装置側ではフィールド内線幅加工精度向上のために、

- 1) 光学結像系の低収差化
- 2) チップレベリング機能
- 3) ステージの平坦化

等が検討され、改善が図られている。これにより、ステッパーフィールド内線幅均一性は、0.04 $\mu$ m程度が達成されている。

【0005】また、マスク線幅精度向上に対しては、特開平3-33848号、及び1989年秋季応用物理学会学術講演会予稿集27p-K11や、1993年春季

応用物理学関係連合講演会 30 p-K15 に示されているような、遮光膜としてのクロムドライエッチング工程の線幅均一性向上や、1989 年秋季応用物理学学会学術講演会予稿集 27 p-K10 に示されるような、レジストパターン形成の均一性向上法が検討され、実用化されてきた。これらの検討により、現在、5×レティクル上の 110mm 四方内の面内線幅均一性精度は、3σ にて 0.22μm 程度が実現されている。

【0006】このような中、上記ステッパーの露光精度、及びこのレティクルの加工精度としては、それぞれ 10 現行考えられている製造装置機構上の限界に迫っており、これ以上の精度向上は厳しい状況に至っているというのもまた事実である。

【0007】なお被露光材であるウェハ等の上に形成したマスク（レジスト）材料に対して、露光光により転写パターン形状等を形成するとき、縮小投影により使用されるものをレティクル、1対1投影により使用されるものをマスクと称したりして区別することがあるが、本明細書においてはこのような意味におけるレティクルやマスクを総称してマスクと呼ぶ。

【0008】

【発明が解決しようとする問題点】デバイスの微細化に対して、ステッパー露光装置の精度は、上記のように限界にきており、この状況では、例えば 256MDRAM 等の高集積デバイスの加工は極めて困難な段階に至っている。一方、デバイスチップサイズは、集積度の増大と共に大面積化しており、上記要求精度を、更にこの大面積化しているチップ全域に渡って実現する必要性が生じている。

【0009】更に一方、露光装置側では、このように露光チップ面積が大寸法化することにより、光学収差が大きくなり、その露光フィールド内線幅精度の劣化をもたらすという問題点が生じている。

【0010】一般に、縮小投影露光光学系のもつ収差は、次のような 5 収差に分解でき、更に結像光学系の入射瞳の半径を R、投影したい物体の物点からの光学系の入射瞳中心に向かって入射する光線の光軸に対する傾斜角 ω（半面角）を用いて、それぞれの収差との関係を表すことができる。

- ①球面収差  $R \times \omega^3$  に比例
- ②コマ収差  $R \times \omega^2 \cdot \omega$  に比例
- ③非点収差  $R \cdot \omega \times \omega^2$  に比例
- ④像面湾曲  $R \cdot \omega \times \omega^2$  に比例
- ⑤歪曲  $\omega \times \omega^3$  に比例

これらの収差の低減方法として、ステッパーの光学系改善以外の手段として、これまでいくつかの手法の検討がなされている。例えば、上記⑤の歪曲に対しては、マスク上のパターン座標をステッパーのもつ収差を補正する形で形成するような手法が、特開昭 59-178726 号に示されている。

【0011】しかしながら、特にパターン寸法精度に影響を及ぼす収差は、上記③の非点収差と上記④の像面湾曲であり、これらの収差による影響は、例えば、図 2 及び図 3 によって表せる。図 2 は、ステッパーフィールド中心からの距離に対する、像面湾曲による寸法ずれを示している。上記関係式に示されるように、この場合の寸法ずれは、中心からの距離のもたらす光線の傾斜角に比例する形で生じている。ここで、マスク寸法が、図 3

(A) に示すようにマスク面内で均一な場合、即ちステッパーフィールド中心でのマスク寸法 a とフィールドコーナー部 b での寸法が等しい場合、光学系の収差により、転写像の寸法はフィールド中心の寸法を a w、コーナー部の寸法を b w とすると、図 3 (B) に示すように a w ≠ b w となり、その差が収差による誤差 ε となる。

【0012】これらの収差に対する補正方法は、上記特開昭 59-178726 号と同様な考え方によって、マスク上のパターン寸法補正を電子線描画装置等によるマスク描画工程において施すことにより可能となる。即ち、図 3 (C) に示すように、ステッパー光学系のもつ収差により生ずる誤差分 ε をあらかじめ描画の段階でマスクデータ上に補正を加え、描画を行うものである。図 3 (C) において、描画時のマスク描画時のフィールド中心でのマスク寸法を a とし、コーナー部での寸法を b' とする。ここで b' = a + ε となるように設計する。注意する点として、マスク倍率が N の場合、前記 ε は ε × N とする。上記手法により、マスクパターン転写後のウェハ上での寸法をステッパーフィールド面内で均一に形成することができる（図 3 (D) 参照）。

【0013】この他、デバイス加工における歩留まり向上を目的として、近年、ペリクルと呼ばれる表面保護膜をマスク上に装着することが多くなってきているが、ステッパー光学系がダブルテレセントリックではないシングルテレセントリック光学系の場合（図 16 を参照して後に詳述する）、マスク面内で中央部と周辺部での光線の入射角度が異なり、これによりこのペリクル膜面内での光透過率に差が生じはじめる。即ち、フィールド中心部に対して周辺部で光透過率が劣化する現象が生じはじめる。ステッパーフィールド内での露光量差は、即ち、線幅のばらつきとして現れ、精度劣化をもたらす。

【0014】これに対しても、従来は上記縮小投影光学系のレンズの歪みの補正方法と同一手法により、マスク上の線幅を補正することにより、マスクパターン転写後の線幅精度を向上させていた。

【0015】ところが、このように、ステッパーの非点収差、像面湾曲等をマスク上に描画するパターン寸法の補正によって対処しようとする際、以下のような問題が生じていた。

【0016】第 1 に、マスク上の描画パターンの寸法補正をステッパーの光学収差を補正する形で与えようとする際、計算機による補正值の算出をそのマスク上パター

ンの全てに対して行う必要があり、256MDRAM等の高集積デバイス対応のような極めて図形数の多いマスクにおいては、その計算を妥当な時間内に終了させることは、設計データ作成からマスク作成までのターンアラウンドタイムを著しく増大させ、更にデバイス作成のトータルでのターンアラウンドタイムに影響を及ぼすこととなり、工業的な見地から望ましくない状況をもたらす。

【0017】第2に、光学収差の異なるステッパー、ペリクル膜の種類の異なるマスクに対しては、それぞれ異なったマスク寸法補正値を与えて描画しなければならず、その度毎にマスクデータを膨大な計算時間を要して作成し直す必要が生じる。これは、第1の問題と同様デバイス作成のトータルでのターンアラウンドタイムに影響を及ぼすこととなり著しい欠点となっていた。

【0018】第3に、パターンの微細化に伴って、256MDRAMクラスの0.25 $\mu$ mデバイス用マスク作成においては、電子線の基板からの後方散乱及びレジスト中での前方散乱により生ずるいわゆる近接効果や、同じく電子線による基板及びレジスト内での発生熱によるレジストの熱変形が無視することができない程に大きな問題となることが知られているが、既にこれらに対する補正（いわゆる近接効果補正、描画時熱補正）を、マスクデータ作成時に施すための計算時間が非常に長さになっており、光学収差補正のための更なる計算時間の増加は、大きな問題点となっていた。

#### 【0019】

【発明の目的】本発明は、透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングすることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成するようにした露光用マスクの製造方法及び製造装置において、レジストパターン形成後の遮光膜エッチング工程に至る工程において、そのマスクの使用される光露光装置及びペリクル保護膜のもたらす光学収差、及び光学特性を補正するように、その光学収差及び光学に応じたマスク加工プロセスパラメータを選択し、これによりマスクパターンを転写した際の線幅精度を向上させる技術を提供することを目的とする。

#### 【0020】

【問題点を解決するための手段】本出願の請求項1の発明は、透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングすることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成する露光用マスクの製造方法において、レジストパターン形成後の遮光膜エッチング工程に至る工程では、上記露光用マスクの使用条件に応じて該露光用マスクにより被露光材上に設計された転写パターンが得られるように補正がなされたマスクパターンがマスク上に形成される条件のマスク加工プロセスパラメータを選択することを特徴とした露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0021】本出願の請求項2の発明は、上記マスク加工プロセスパラメータが、上記露光用マスクが使用される光露光装置及び／またはペリクル保護膜のもたらす光学収差及び／または光学特性を補正する構成で、該光学収差及び／または光学特性に応じて選択されるものであることを特徴とする請求項1に記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0022】本出願の請求項3の発明は、上記の補正すべき光学収差が像面湾曲であることを特徴とした請求項2に記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0023】本出願の請求項4の発明は、上記の補正すべき光学特性がペリクル膜により生ずる光学透過率差であることを特徴とする請求項2に記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0024】本出願の請求項5の発明は、上記の補正を加える工程が、遮光膜ドライエッチング工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0025】本出願の請求項6の発明は、上記の補正を加える工程が、レジストデスカム工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0026】本出願の請求項7の発明は、上記の補正を加える工程が、レジストデスカム及び遮光膜ドライエッチングの両方の工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0027】本出願の請求項8の発明は、上記の補正を加える工程が、レジストポストベイク工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0028】本出願の請求項9の発明は、上記の補正を加える工程が、遮光膜ウェットエッチング工程であることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0029】本出願の請求項10の発明は、上記の補正を加える工程が、レジストポストベイク、レジストデスカム、遮光膜ウェットエッチング工程のうちの任意の複数の工程の組み合わせであることを特徴とした請求項1ないし4のいずれかに記載の露光用マスクの製造方法であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0030】本出願の請求項11の発明は、透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングす

ることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成する露光用マスクの製造装置において、レジストパターン形成後の遮光膜エッチング工程に至る工程において、そのマスクの使用される光露光装置及びペリクル保護膜のもたらす光学収差及び光学特性を補正する構成で、その光学収差に応じたマスク加工プロセスパラメータを選択することを特徴とした露光用マスクの製造装置であって、これにより上記目的を達成するものである。

【0031】本発明の構成について、図1を参照して説明すると、次のとおりである。即ち、本発明は、透明基板上にマスク膜を作成し、このマスクを選択エッチングすることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成する露光用マスクの製造方法において、レジストパターン形成 I（レジストの露光・現像によるレジストパターン形成）後の遮光膜エッチング工程に至る工程では、上記露光用マスクの使用条件に応じて該露光用マスクにより被露光材上設計された転写パターンが得られるように補正がなされたマスクパターンがマスク上に形成される条件のマスク加工プロセスパラメータの選択 I I を行うものであり、代表的には、上記マスク加工プロセスパラメータが、上記露光用マスクが使用される光露光装置及び／またはペリクル保護膜のもたらす光学収差及び／または光学特性 I I a を補正する構成で、該光学収差及び／または光学特性 I I a に応じてその選択 I I b が行われる。

【0032】本発明は、露光用のマスク製造工程における遮光膜のドライエッチング工程において、あらかじめマスク面内の線幅均一性を各種エッチングパラメータについて定量化してテーブルとして蓄えておき、使用するステッパーあるいはペリクル膜の光学収差及び光学特性を補正するために必要な補正量を該工程で与えるようなエッチング条件を上記定量化テーブルから選択することにより、所望のマスク面内線幅補正量を与える態様で実施することができる。

【0033】この補正を行う工程としては、レジストデスカム工程、あるいは、遮光膜エッチングレジストデスカムの両工程でも好ましい。更に、この補正を行う工程としては、レジストポストベイク工程でもよく、あるいは、遮光膜ウエットエッチング工程でもよい。さらには、レジストポストベイク工程、レジストデスカム、遮光膜ウエットエッチング工程のなかの任意の工程の複数の組み合わせであってもよい。

【0034】上記各手法は、即ち、レジストパターン形成後の遮光膜エッチング工程に至る工程において、そのマスクの使用される光露光装置及びペリクル保護膜のもたらす光学収差及び光学特性を補正するように、その光学収差に応じたマスク加工プロセスパラメータを選択し、マスクパターンを転写した際の線幅を向上させるものである。

【0035】

【作用】本発明によれば、透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングすることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成するようにした露光用マスクの製造方法において、レジストパターン形成後の遮光膜エッチング工程に至る工程において、そのマスクの使用される条件に応じて、即ち例えば光露光装置及びペリクル保護膜のもたらす光学収差及び光学特性を補正するように、その光学収差に応じたマスク加工プロセスパラメータを選択し、マスクパターンを転写した際の線幅精度を向上させるようにしたので、従来必要であった、使用されるステッパー、及びペリクル膜の光学特性を補正するための補正值をマスク上に与えるための計算処理を、個々のマスク設計パターンに対して与える必要性がなくなり、工業上大幅なマスク作成時間の短縮が図られる。また、これは同時に、異なったステッパーにてマスクパターンを露光する際、その度毎に生じていたマスク設計パターンの補正計算をする必要がなくなり、上記同様、工業上大幅なマスク作成時間の短縮が実現できる。これは、パターンの微細化に際して、近接効果補正、描画時発生熱、及びステッパー・ペリクル膜による光学歪みの補正をマスクデータに施す時間が厩大になるに至っている現在のマスク作成プロセスのマスク作成コストを大きく低減することができ、工業上大きな利点を得ることができる。

【0036】

【実施例】以下、図面を参照して、実施例に基づき本発明を説明する。但し当然のことではあるが、本発明は図示の実施例により限定を受けるものではない。

【0037】実施例1

まず、図2を用いて、ステッパー光学系における像面湾曲により生ずる収差によりもたらされるマスクパターン転写後の露光フィールド内線幅精度劣化について説明する。ここで、マスク基板は石英基板であり、遮光膜としてはクロム膜を用いた。

【0038】図2に示すように、ステッパーCでは、像面湾曲による寸法ずれがステッパーフィールド中心からの距離が大きくなるにつれ増大し、10mmの距離においては、寸法ずれは0.02μmに達する。これは現在256MDRAM等の0.25μmデバイスプロセスにおいて要求される半導体チップ内の線幅均一性要求精度0.04μmの50%を占め、精度劣化の大きな要因となっていた。即ち、この像面湾曲により、図3(A)に示すようにマスク上寸法をマスク上中心部寸法aとコーナー部寸法bを等しく設計しても、転写後のチップコーナー部パターン寸法bw(図3(B)参照)は、チップ中心の寸法awよりも0.02μm小さく出来上がっていた。

【0039】この実施例では、本発明を適用することにより、かかる像面湾曲収差をもつステッパーに対して、その収差を補正する形で、マスク上パターンの寸法補正

を、遮光膜であるクロムドライエッチング工程におけるエッチングプロセスパラメータの最適化により行うものである。補正した結果のマスク上パターン寸法は、図3(C)に示すようにマスク中心での寸法 $a$ に対しマスクコーナ部では $b'$ のように設定し、 $b' = a + \epsilon_v$ とする。 $\epsilon$ は、図2に示した、ステッパーの像面湾曲によるずれ量 $\epsilon$ のマスク上に相当する値である。本実施例において、 $a$ 、 $a_w$ 、 $b$ 、 $b'$ 、 $\epsilon$ 、 $\epsilon_v$ 、 $N$ の数値は、各々、 $1.25\mu\text{m}$ 、 $0.25\mu\text{m}$ 、 $1.25\mu\text{m}$ 、 $1.35\mu\text{m}$ 、 $0.02\mu\text{m}$ 、 $0.10\mu\text{m}$ 、5である。

【0040】ここで、プロセスパラメータの最適化を行うクロムドライエッチング工程について説明する。

【0041】本実施例に使用するエッチング装置の構成例を図4に示す。この装置は、上部電極4及び下部電極5からなる平行平板型RIE装置で、両電極4、5間に高周波電源6(13.56MHz)が接続されている。

【0042】エッチングに使用するガスである $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、及び含水素・酸素ガス(ウェットエア、またはウェット窒素等)は、それぞれ別の供給源から各々ガス導入管71~73により導入され、導入管7内で混合された後、上部電極4に設けられたガス供給口より反応室8内に供給される。またそれぞれのガスの流量は、それぞれのガスの供給管71、72、73に設置された制御器(マスフローコントローラー)にて独立に制御される。エッチング時のガス圧力は、排気管の途中に設置された弁の開閉度で排気量を調整することによって制御される。エッチングのパラメータとして①RFパワー(W)②圧力(Pa)③電極間隔④各々のガス流量⑤電極温度⑥エッチング時間等がソフト上(プログラム)で変更でき、1回の処理に対して2ステップ以上の条件を変えた設定が可能である。

【0043】この実施例では、図4に示した上記エッチング装置を使用してドライエッチングを行う場合に、まず被エッチング物である現像-ポストベーク後のレジスタ付きのフォトマスク基板9を、下部電極5上におき、その後エッチングを行うものである。

【0044】ここで、ドライエッチング工程について本出願人が見出したエッチング条件とエッチング均一性の関係について説明する。本出願の知見によれば、図4で示すような構成の装置において、エッチング均一性の、真空度、電極間距離、RF出力、エッチングガス中の含水素、酸素ガスの含有比依存性を定量化しすることができた。図5に真空度依存性を、図6に電極間距離依存性を、図7にRF出力を、図8にエッチングガス中の含水素、酸素ガス(例えば水蒸気、ウェットガスを使用できる)の含有比依存性を示す。

【0045】このような、エッチング均一性に対して影響を与えるパラメータは、各々の組み合わせの仕方により、最終的に任意のエッチング均一性を与えることがで

きる。図9に、5×マスク中心からの所定の距離におけるエッチング後に形成されたクロムマスクパターン寸法の、マスク中心部での線幅との差を示す。

【0046】図9中、符号 $a$ は、真空度130mTorr、電極間距離10mm、RF出力150W、含水素・酸素ガス含有比0.657の場合であり、5×マスク中心からの距離50mmの場合、マスク中心との寸法差は $+0.1\mu\text{m}$ が得られる。また、このときの寸法差は5×マスク中心からの距離の二乗にほぼ比例して変化している。

【0047】また $b$ は、真空度200mTorr、電極間距離130mm、RF出力180W、含水素・酸素ガス含有比0.452の場合であり、5×マスク中心からの距離50mmの場合、マスク中心との寸法差は $-0.1\mu\text{m}$ が得られる。また、このときの寸法差は5×マスク中心からの距離の二乗にほぼ比例して変化している。

【0048】また $c$ は、真空度140mTorr、電極間距離100mm、RF出力180W、含水素・酸素ガス含有比0.657の場合であり、5×マスク中心からの距離に依存せず、マスク面内の寸法は均一な結果が得られている。例えば5×マスク中心からの距離が50mmの場合に、そのマスクパターン寸法のマスク中心部との差は、 $-0.003\mu\text{m}$ であった。

【0049】上記 $a$ 、 $b$ 、 $c$ に対応するマスク上パターン寸法の測定結果をそれぞれ図10、図11、図12に示す。

【0050】また、上記 $a$ 、 $b$ 、 $c$ の条件の他に、本出願人の検討の結果、任意のマスクパターン面内線幅均一性を与えるエッチングパラメータの組み合わせを得ることができることが判明している。

【0051】ドライエッチング工程IIIIaは、図13に示すように、マスク描画～出荷迄のマスク作成工程のうち、マスク描画Ia、レジスト現像及びポストベイクIb、デスカムVの各工程の後の工程に位置しているが、このドライエッチング工程IIIIaにおいて、前述のように任意のマスクパターン面内線幅均一性を、エッチングパラメータの選択により実現できるわけであり、これにより、従来必要であった描画時のマスクパターンデータ上に、寸法補正を施す工程を省略することができる。寸法補正に要する時間は、例えばNEWS1860エンジニアリングワークステーション6.7MIPSにて、256MDRAM相当の、マスクパターンに対して処理を行うと、約1時間所要氏、マスク作成上のターンアラウンドタイムを阻害していたが、本発明により、収差に対する寸法補正処理を削減することができ、工業的に大きな利益を得ることができる。なおドライエッチング工程IIIIaの後には、通常、レジスト剥離IIIIb、検査・修正、出荷前洗浄IVa、出荷IVbとつづく。

【0052】上記手法により、図2のステッパーCのような収差をもつ光学系に対して図9のaのようなマスク

面内線幅均一性を与えるエッチングパラメータを、クロムドライエッチング工程において施すことにより(図10のようなマスク面内線幅均一性が得られる)マスクを作成し、これを用いてステッパーCにおいて転写実験を行ったところ、図14に示すように良好なステッパーフィールド内の線幅精度が得られた。パラメータの選択I1は、図15のような形で、ドライエッチング工程にマスクが入る時点で行っている。図15中、I1I'でエッチング装置を示す。I1cでコンピュータを示す。I'で現像後の露光用マスク、IV'でドライエッチング後のマスクを示す。

【0053】なお、この実施例では、マスク作成の際の電子線レジスト材料としてポジ型電子線レジストのEBR-9(2, 2, 2-トリフルオロエチル- $\alpha$ -クロロアクリレート; 東レ株式会社製)を用いた。クロム遮光材料膜は105nm厚を使用し、電子線レジスト膜の膜厚は500nm厚を採用した。

【0054】また、ステッパーCによりマスクパターンを転写した際に使用したフォトレジストは、シプレ社製SAL601-ER7であり、レジスト厚は0.7 $\mu$ mとした。また、ステッパー光源の波長は、0.248 $\mu$ mであり、NA=0.42,  $\sigma$ =0.5の光学条件のものを使用した。

#### 【0055】実施例2

ダブルテレセントリックでない、シングルテレセントリック縮小投影露光系において、マスク面上にペリクル膜を装着する場合、マスク面内の光線の入射角度に差が生じ、これによりペリクル膜面内の光路長に差を与え、結果的に光干渉周期にずれが生じて光透過率に差が生じる。図16にこれら光学系について示す。図中10はペリクル付きマスク基板、11は対物レンズ、12はダブルテレセントリック光学系にのみ用いられる副次対物レンズ、13はウェハ基板である。

【0056】図16(A)はシングルテレセントリック光学系、図16(B)はダブルテレセントリック光学系を示している。

【0057】図中に示されるように、シングルテレセントリック光学系の場合、マスク面内における対物レンズに対する光線射出角度 $\theta$ は大きく変化し、マスク中央部では小さく、マスク周辺部では最大となる。光線のマスク基板からの射出角は、マスク基板への入射角と置き替えることができ、この入射角に対するペリクル膜の光透過率を図17に示す。

【0058】ここで、Incident Angleは光線入射角、Transmissionは光透過率、S Polarization, P Polarizationは光の変更を表す。図中示している光の波長は365nmである。

【0059】このシングルテレセントリック光学系において、Incident Angleがマスク周辺部で

30℃の場合、光透過率はS偏光で90%、P偏光で96%に劣化する。

【0060】一般に光の露光量が低下することは、ウェハ上での形成されるパターン線幅が小さくなるという関係にあり、この場合、形成されたウェハ上でのパターン線幅は、ステッパーフィールド中心部と周辺部の差が0.035 $\mu$ m生じた。ここで設計線幅は0.35 $\mu$ mで、フィールドサイズ20mm角、NA=0.50,  $\sigma$ =0.5,  $\lambda$ =0.365、縮小率1/5のステッパーを用いた。

【0061】これに対して本発明を実施する場合の手法を以下に示す。本発明の実施に際しては、ペリクル膜の光透過率による光強度を補償するようにプロセス手段を構成する。まず、ステッパーフィールドサイズに相当する領域における光透過率を図17のような形で定量化し、これに対応する線幅変化量を求める。求める手法は、一般に光リソグラフィ特性評価にて使用される露光量 $v$ s線幅特性から換算する。

【0062】このような形で作成したマスクパターンを用いて前記同様ウェハ上に縮小投影露光したところ、ステッパーフィールド中央部と周辺部の差は0.007 $\mu$ mに低減された。

#### 【0063】実施例3

実施例1, 2では、クロムマスクのドライエッチング工程によってパラメータ選択を行い、マスクパターン面内線幅均一性を適宜設定することによりステッパーフィールド内線幅均一性を向上させる手法を説明したが、本実施例では、同様の寸法均一性をマスク面内に与え、かつステッパー転写後に高均一なフィールド内線幅を与える手法として、マスク作成プロセスの中のレジストデスカム工程での寸法補正について説明する。

【0064】レジストデスカム工程について説明する。レジストポストベイク後のEBレジストの断面形状を図18(a)に示す。ここで20はEBレジスト、21はCrまたは酸化Cr等からなる遮光膜、22は石英基板である。ポストベイク後のレジスト20の形状は、レジスト内での電子線の蓄積エネルギー分布及び現像工程における膨潤、収縮、現像時間に対応して遮光膜との界面21にてすそをひいた形状になっている。すそ引き(スカム)を図中23で示す。この部分は、遮光膜ドライエッチングの際容易に膜減りし易く、このため、予め除去してやることが望ましい。また、遮光膜ウェットエッチングの場合にもエッチャントのしみ込みが起こり易く、線幅均一性を劣化し易く、この意味でもこのスカムをあらかじめ予め除去してやることが望ましい。

【0065】スカムを取り除くことをデスカムと言い、図18(b)に示すように、20のEBレジスト形状を20'のように表層一層を取り去ることで急峻なプロファイルを得ることができる。

【0066】本実施例に使用するレジストデスカム装置

10

20

30

40

50



の構成例を図 19 に示す。この装置は上部電極 34 及び下部電極 35 からなる平行平板型プラズマ装置で両電極 34、35 間に高周波電源 36 (13.56 MHz) が接続されたものである。

【0067】デスカムに使用するガス  $O_2$  は、ガス導入管 37 から導入される。ガス流量はマスフローコントローラーにて制御される。デスカム時のガス圧力は、排気管の途中に設置された弁の開閉度で排気量を調整することによって制御される。

【0068】デスカム時のパラメータとして、①RF パワー (W)、②圧力 (Pa)、③電極間隔 (mm)、④ガス流量 (sccm)、⑤電極温度、⑥デスカム時間等がソフト上 (プログラム) で変更でき、1 回の処理に対して 2 ステップ以上の条件を変えた設定が可能である。

【0069】この実施例では図 19 に示したデスカム装置を使用してレジストデスカムを行う場合に、まず被デスカム物である現像後のポストベイク後のレジストパターン付きのフォトマスク基板 39 を下部電極 35 上に置き、その後デスカムを行うものである。

【0070】ここでデスカム工程において、デスカム量  $d$  は実施例 1 及び実施例 2 の RIE の特性を説明したごとく、各種パラメータを変更することにより任意の均一性を与えることができる。デスカム均一性に影響を与えるパラメータとしては、本実施例では、①RF パワー

(W)、②圧力 (Pa)、③電極間隔 (mm)、④ガス流量 (sccm) を選択した。

【0071】パラメータの最適化を行った結果、図 9 の a に相当するマスク面内線幅均一性を与えるレジストデスカムパラメータは、①RF パワー 300 W、②圧力 200 mTorr、③電極間隔 70 mm、④ガス流量 100 sccm の設定が適していることが結果として得られた。

【0072】レジストデスカム後のエッチング (ドライエッチング) パラメータは、通常プロセス (高線幅均一性が得られる条件) にて処理を行った。

【0073】以上の手法により作成したマスクを用い、実施例 1 と同様にステッパー C において転写実験を行ったところ (露光条件、フォトリソ条件は実施例 1 と同一とした)、ステッパーフィールド中心部と周辺部の線幅差は  $0.003 \mu m$  と極めて良好な結果が得られた。

【0074】なお、マスク面内の線幅均一性は、実施例 1、2 と同様プラズマプロセスであるため、レジストデスカムにて任意に制御可能であり、ステッパー A、B に対応したマスクをも作成することは全く問題のないことは言うまでもない。また、本実施例は、実施例 1、2 と組み合わせて使用することもできる。

#### 【0075】実施例 4

本実施例では実施例 1～3 と同様の目的及び結果を得るために、レジストポストベイク工程にてマスク寸法補

正を行う方法について説明する。

【0076】レジストポストベイクは、図 13 に符号 1b で示すように現像後で、かつレジストデスカム V 工程の前に位置する。ポストベイク工程は、レジスト現像後に、現像/リンスでレジスト高分子中に吸収された溶媒を除去する工程であり、また、レジストと遮光膜の密着性をより高めるために行われるものである。この工程では、ベイクングの温度に依存してレジストの寸法変化を与えられることが知られている (いわゆるレジスト形状だれによる)。

【0077】図 20 にレジストポストベイク装置の構成を示す。図 20 (a) は上面から見た図で、(b) は断面を見た図である。

【0078】マスク基板 30 は、プロキシミティベイク用スぺーサー 31 を介してホットプレート 32 により加熱される。

【0079】ポストベイク工程では、このプロキシミティベイクのホットプレートとマスク基板のギャップ距離を調整することにより、図 3 (A) に説明するマスク寸法  $a = b$  や図 3 (C) に示すマスク寸法  $a < b'$  を設定することができる。一般に高分子レジストの場合、ベイクング温度が  $T_g$  より高いと主鎖を中心とした分子回転運動が生じ、レジスト断面形状におけるすその部分でだれが生じはじめ、 $T_m$  より高いとレジスト断面形状が大きくだれ、レジスト線幅自体が太くなる特性をもつ。

( $T_g$  はガラス転移温度、 $T_m$  は軟化温度である)。

【0080】上記手法により図 2 のステッパー C のような収差をもつ光学系に対して、図 9 の a のようなマスク面内線幅均一性を与えるギャップ間隔として 1.1 mm を設定し、これを用いてステッパー C において転写実験を行った。この結果、ステッパーフィールド中心と周辺部での線幅差は  $-0.002 mm$  に収まった。

【0081】なお、この際のポストベイク設定温度は  $60^\circ C$  であり、これにより、マスク基板上レジスト温度はマスク基板中央で  $140^\circ C$ 、周辺部で  $131^\circ C$  に達していた。

【0082】これに対して、従来のポストベイク条件ではギャップ間隔 0.1 mm であり、ポストベイク設定温度は  $141^\circ C$  によりマスク基板上レジスト温度を面内均一に  $140^\circ C$  に与えることができ、これによりマスク面内の線幅均一性は  $\pm 0.02 \mu m$  程度に与えることができていた。

【0083】以上の実施例においてはマスク作成時の電子線レジスト条件及びステッパー露光時のフォトリソ条件、ステッパー光学条件等は、実施例 1、2 と同一とし、またレジストポストベイク以外のプロセス条件は図 9 の c のようなマスク線幅面内均一性を与えるマスクプロセス条件 (標準プロセス条件) を使用した。

#### 【0084】実施例 5

本実施例では、実施例 1～4 と同様の目的及び結果を得

るために、レジストウエットエッチング工程にてマスク寸法補正を行う方法で本発明を実施した。

【0085】遮光膜ウエットエッチング工程は、図13に示したマスク作成プロセスにおけるドライエッチング111aの代替として用いることができる。

【0086】ウエットエッチングでは図21に示すように回転するマスク基板に対して遮光膜のエッチング液をスプレー噴射しパターンを形成するものである。マスク基板30はウエットエッチングチャンバー42の内部で、回転駆動系43により回転運動をする。このマスク基板30に対してウエットエッチング液は供給チューブ41から、スプレーノズル40に達し、さらにそのノズルを介して同心円上に放出される。

【0087】本実施例での方法は、ノズルの射出方向に応じてマスク基板上に供給される薬液量の面内分布は異なることから、これによりマスク面内均一性を変化させることである。

【0088】ノズルの射出中心方向を図21(a)のように回転中心にそろえる場合、マスク面内寸法均一性は極めて良好となるが、射出中心を図21(b)のように設定すると、周辺部のエッチング速度が速くなり、結果的にクロム(遮光膜)抜き線幅は大きくなる。

【0089】本実施例ではノズル角度を $18^{\circ}$ に設定し、これにより $5^{\circ}$ マスク面上中心より40mmの同心円上にクロムエッチャント噴射中心を与えるようにした。これにより、面内マスク線幅均一性は図9のaのような形状となった。

【0090】これを用いて、図2のステッパーCにて露光を行った結果、ステッパーフィールド中心と周辺部での線幅差は $+0.003\mu\text{m}$ に収まった。

【0091】以上の実施例では遮光膜(クロム)ウエットエッチング工程以外は実施例1~4のなかの標準マスクプロセス条件と同一なものを用いている。

【0092】以上の手法により、任意のマスク面内線幅均一性をクロムウエットエッチングのスプレー角度の設定にて与えることができ、これにより本発明の目的であるマスクプロセスにおけるステッパーの収差を補正するマスクを提供することが可能となる。

【0093】また、本実施例は実施例1~4と組み合わせても用いることができる。

【0094】以上、本発明を好ましい実施例に基づき説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。実施例にて説明した条件や数値は例示であり、適宜変更することができる。

【0095】

【発明の効果】本発明によれば、透明基板上にマスク膜を作成し、このマスク膜を選択エッチングすることにより上記マスク膜からなるマスクパターンを形成する露光用マスクの製造方法及び製造装置について、レジストパターン形成後の遮光膜エッチング工程に至る工程におい

て、そのマスクの使用される光露光装置及びペリクル保護膜のもたらす光学収差、及び光学特性を補正するように、その光学収差及び光学に応じたマスク加工プロセスパラメータを選択する構成としたので、マスクパターンを転写した際の線幅精度を向上させることができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】発明の構成を示す図である。

【図2】ステッパーフィールド中心からの距離と像面湾曲による寸法ずれとの関係を示すグラフである。

【図3】マスク寸法と転写後のパターンを示す図である。

【図4】実施例におけるエッチング装置の構成を示す図である。

【図5】真空度とエッチング均一性との関係を示す図である。

【図6】電極間距離とエッチング均一性との関係を示す図である。

【図7】RF出力とエッチング均一性との関係を示す図である。

【図8】エッチングガス中の含水素・酸素ガスの含有比とエッチング均一性との関係を示す図である。

【図9】マスク中心からの距離とマスク中心での寸法差との関係を示す図である。

【図10】図9のaに対応するマスク上パターン寸法の測定結果を示す平面図である。

【図11】図9のbに対応するマスク上パターン寸法の測定結果を示す平面図である。

【図12】図9のcに対応するマスク上パターン寸法の測定結果を示す平面図である。

【図13】デスカム工程を備えるプロセス工程例を示すフロー図である。

【図14】ステッパーフィールド中心からの距離(ウェハ上寸法)とステッパーフィールド中心との寸法ずれとの関係を示すグラフである。

【図15】パラメータ選択の構成例を示す図である。

【図16】シングルテレセントリックと、ダブルテレセントリックの構成を示す図である。

【図17】入射角と透過率との関係を示す図である。

【図18】デスカム工程の説明図である。

【図19】レジストデスカム装置の構成例を示す図である。

【図20】レジストポストベイク装置の構成例を示す図である。

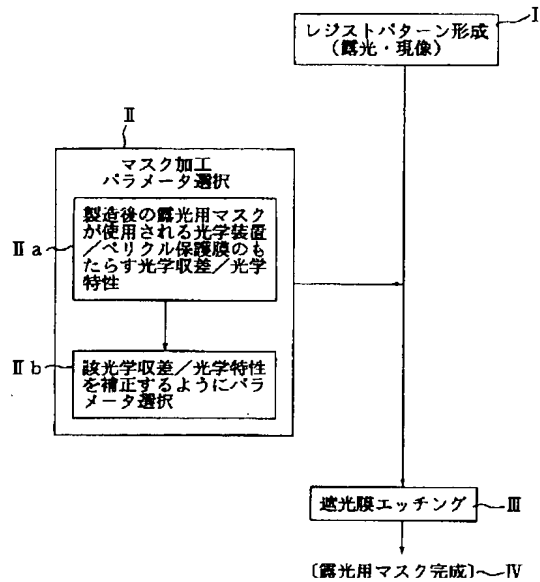
【図21】ウエットエッチング装置の構成例を示す図である。

【符号の説明】

- I レジストパターン形成
- II マスク加工パラメータ選択
- III 遮光膜エッチング

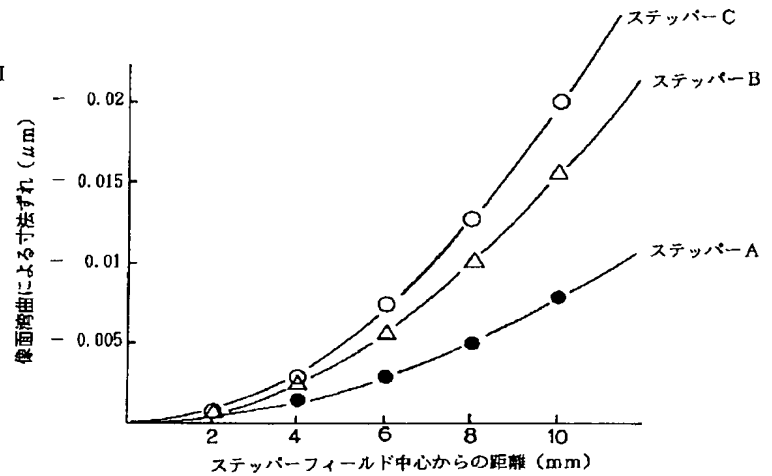
【図 1】

発明の構成



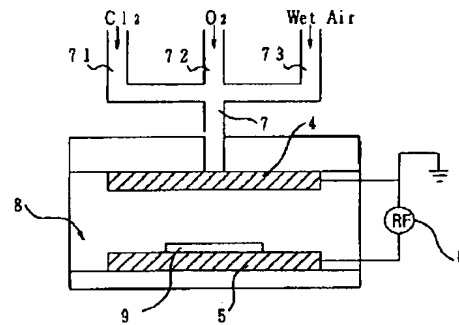
【図 2】

ステッパフィールド中心からの距離に対する像面湾曲による寸法ずれ



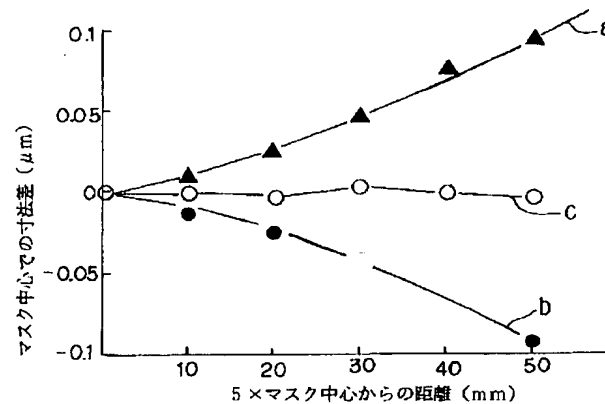
【図 4】

実施例におけるエッチング装置の構成



【図 9】

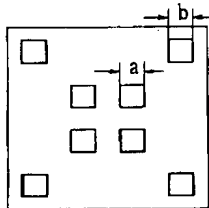
マスク (5 × マスク) 中心からの距離とマスク中心との寸法差との関係



【図 3】

(A) マスク寸法 (設計寸法)

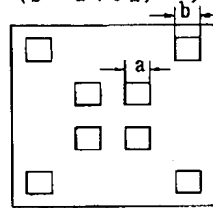
$$a = b$$



(C) マスク寸法 (マスク作製プロセス後)

$$a \neq b'$$

$$(b' = a + \epsilon \mu)$$

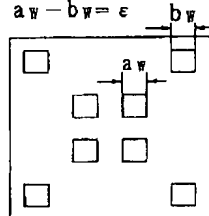


(B) 転写後のパターン

$$a_w \neq b_w$$

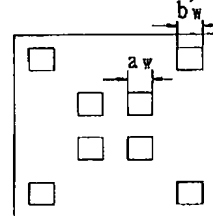
$$(a_w > b_w)$$

$$a_w - b_w = \epsilon$$



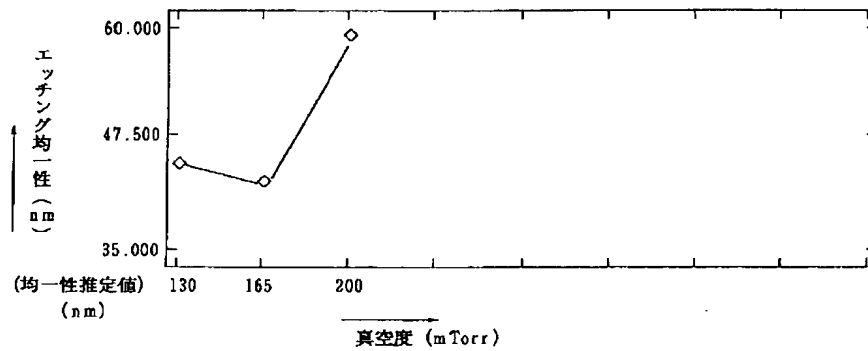
(D) 転写後のパターン

$$a_w = b'_w$$



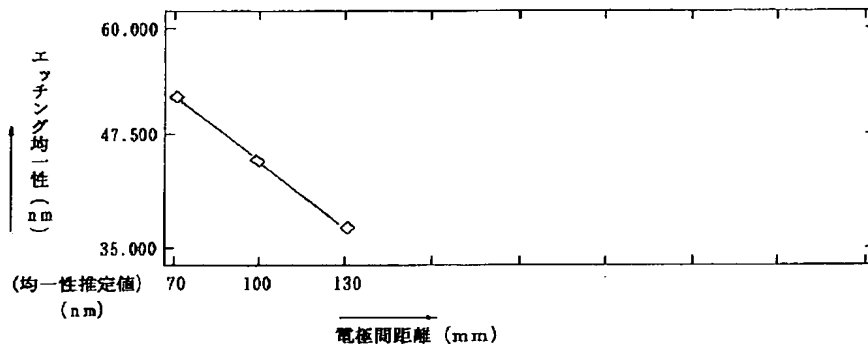
【図 5】

真空度とエッチング均一性との関係



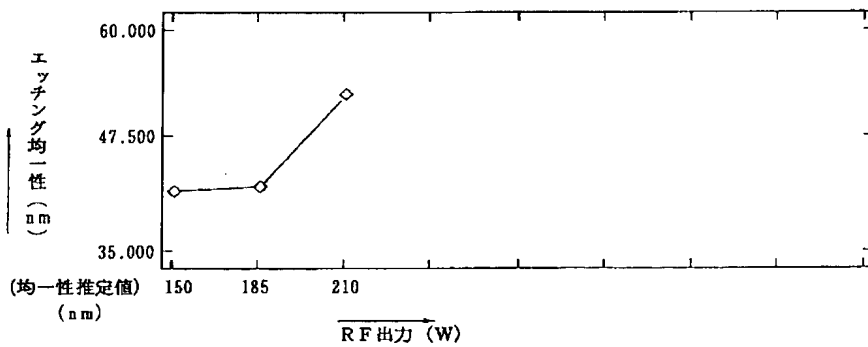
【図 6】

電極間距離とエッチング均一性との関係



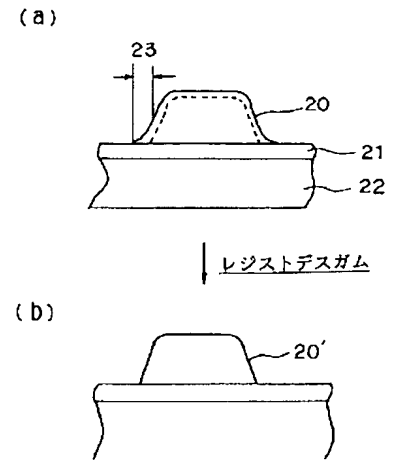
【図 7】

RF出力とエッチング均一性との関係



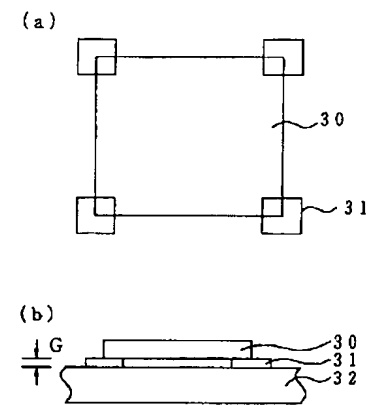
【図 18】

デスカム工程の説明



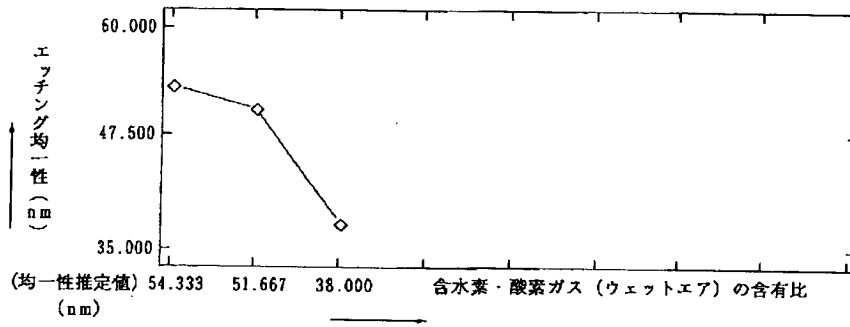
【図 20】

レジストポストベイク装置の構成例



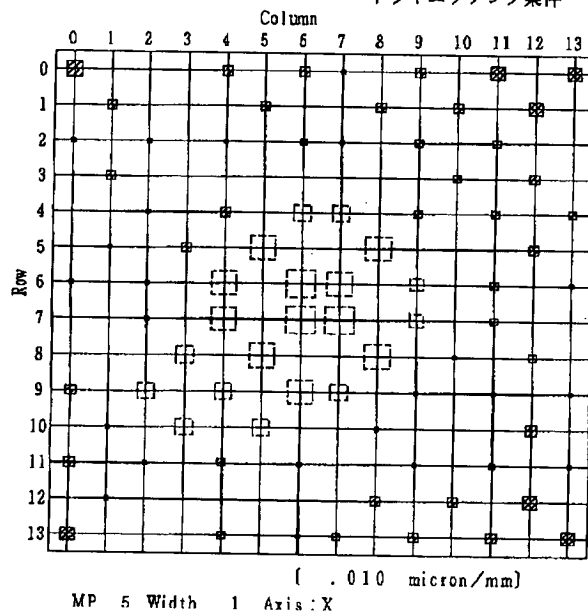
【図 8】

エッチングガス中の含水素・酸素ガスの含有比とエッチング均一性との関係



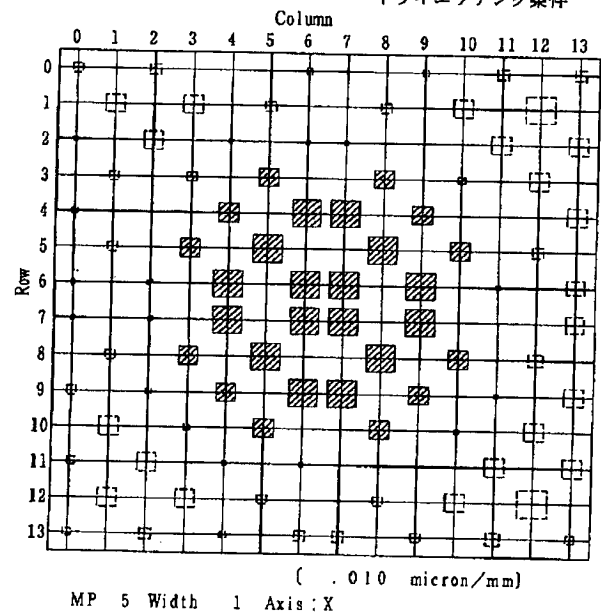
【図 10】

図 9 の a に対応するマスク上パターン寸法の測定結果

a < b となるクロムマスク  
ドライエッチング条件

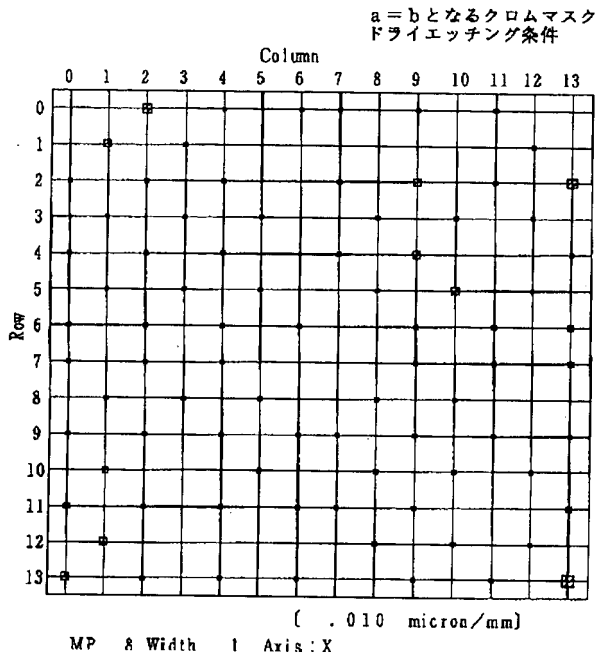
【図 11】

図 9 の b に対応するマスク上パターン寸法の測定結果

a > b となるクロムマスク  
ドライエッチング条件

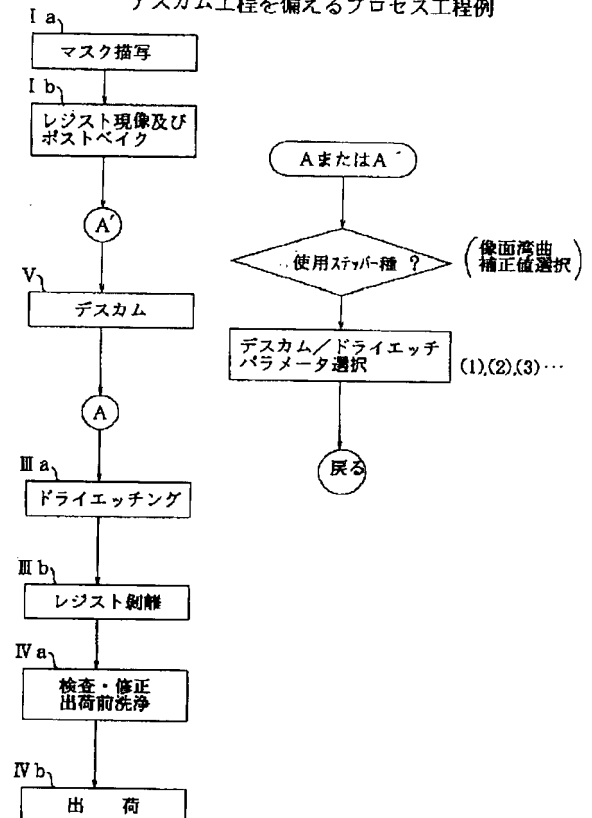
【図 12】

図 9 の c に対応するマスク上パターン寸法の測定結果

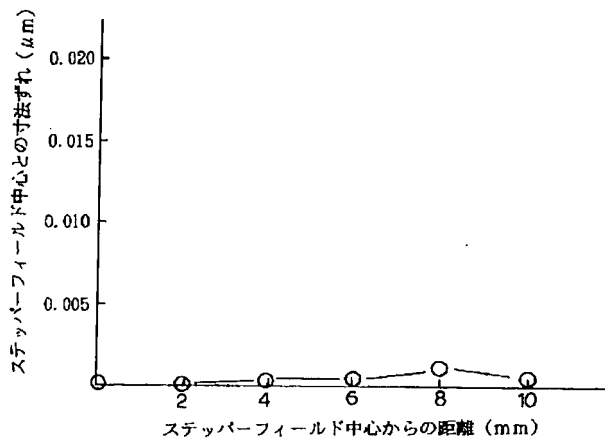


【図 13】

デスカム工程を備えるプロセス工程例

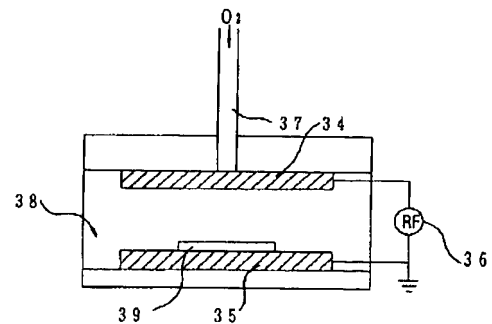


【図 14】

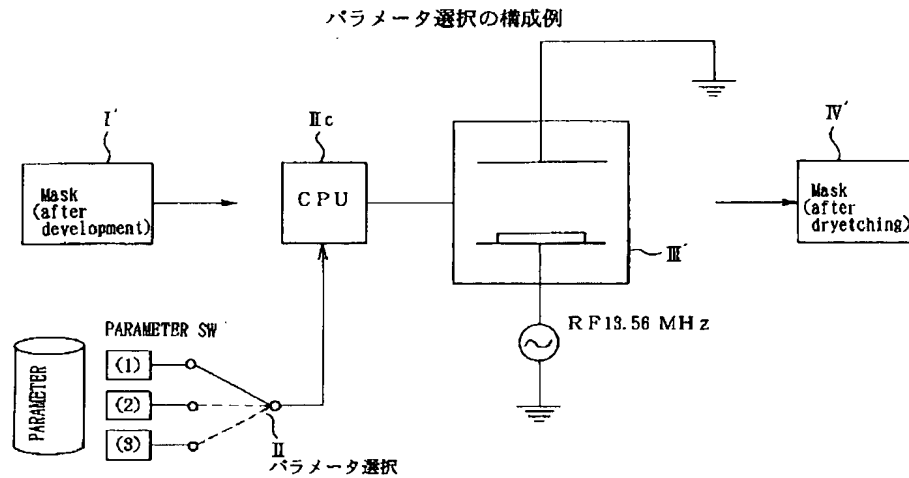
ステッパーフィールド中心からの距離（ウェハ上寸法）と  
ステッパーフィールド中心との寸法ずれとの関係

【図 19】

レジストデスカム装置の構成例



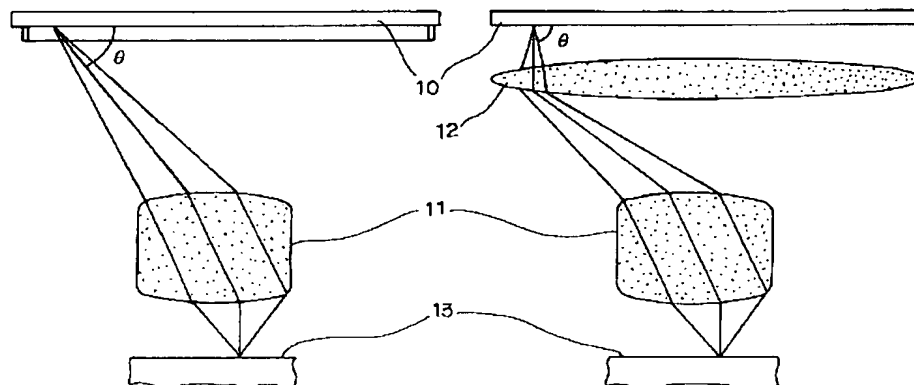
【図 15】



【図 16】

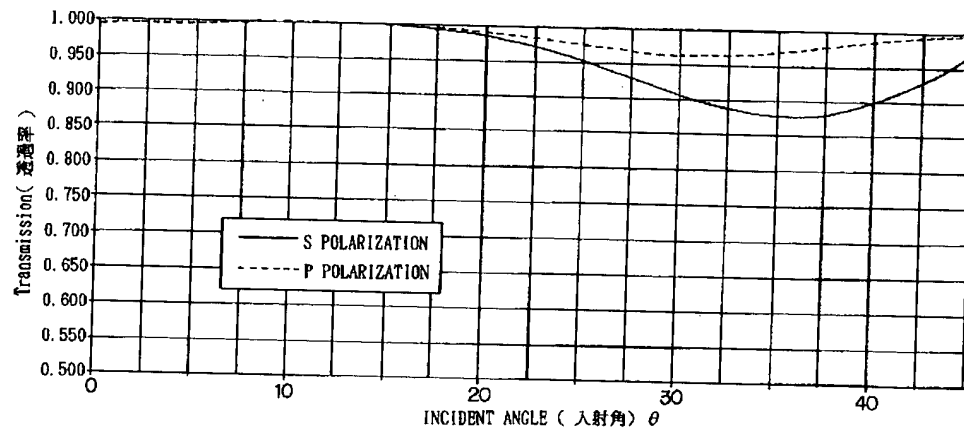
シングルテレセントリック縮小投影露光系と、  
ダブルテレセントリック縮小投影露光系の構成を示す図

(A) Single Telecentric (シングルテレセントリック)  
(B) Double Telecentric (ダブルテレセントリック)



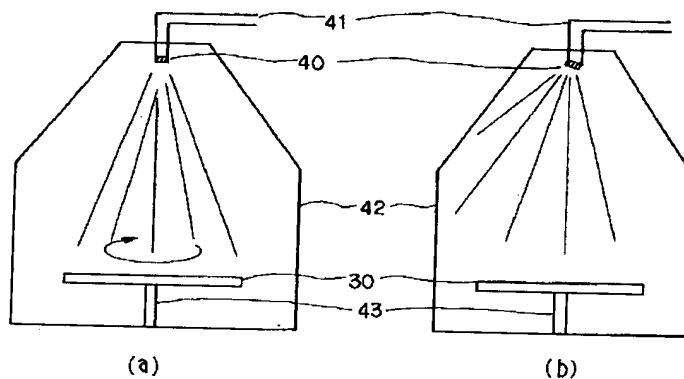
【図 17】

入射角と透過率との関係 (365nm波長光)



【図 21】

ウェットエッチング装置の構成例



## 【手続補正書】

【提出日】平成6年2月14日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0005】また、マスク線幅精度向上に対しては、特開平3-33848号、及び1989年秋季応用物理学会学術講演会予稿集27p-K11や、1993年春季応用物理学関係連合講演会予稿集30p-K15に示されているような、遮光膜としてのクロムドライエッチング工程の線幅均一性向上や、1989年秋季応用物理学会学術講演会予稿集27p-K10に示されるような、レジストパターン形成の均一性向上法が検討され、実用

化されてきた。これらの検討により、現在、5×レティクル上の110mm四方内の面内線幅均一性精度は、3σにて0.022μm程度が実現されている。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0016】第1に、マスク上の描画パターンの寸法補正をステッパーの光学収差を補正する形で与えようとする際、計算機による補正值の算出をそのマスク上パターンの全てに対して行う必要があり、256MDRAM等の高集積デバイス対応のような極めて図形数の多いマスクにおいては、その計算を妥当な時間内に終了させるこ



とができなくなる。このことは、設計データ作成からマスク作成までのターンアラウンドタイムを著しく増大させ、更にデバイス作成のトータルでのターンアラウンドタイムに影響を及ぼすこととなり、工業的な見地から望ましくない状況をもたらす。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】この実施例では、本発明を適用することにより、かかる像面湾曲収差をもつステッパに対して、その収差を補正する形で、マスク上パターンの寸法補正を、遮光膜であるクロムドライエッチング工程におけるエッチングプロセスパラメータの最適化により行うものである。補正した結果のマスク上パターンの寸法は、図3(C)に示すようにマスク中心での寸法 $a$ に対しマスクコーナー部では $b'$ のように設定し、 $b' = a + \varepsilon_M$ とする。 $\varepsilon_M$ は、図2に示した、ステッパの像面湾曲によるずれ量 $\varepsilon$ のマスク上に相当する値である。本実施例において、 $a$ 、 $a_w$ 、 $b$ 、 $b'$ 、 $\varepsilon$ 、 $\varepsilon_M$ 、 $N$ の数値は、各々、 $1.25\mu\text{m}$ 、 $0.25\mu\text{m}$ 、 $1.25\mu\text{m}$ 、 $1.35\mu\text{m}$ 、 $0.02\mu\text{m}$ 、 $0.10\mu\text{m}$ 、5である。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正内容】

【0051】ドライエッチング工程ⅠⅠⅠaは、図13に示すように、マスク描画～出荷迄のマスク作成工程のうち、マスク描画Ⅰa、レジスト現像及びポストベイクⅠb、デスカムⅤの各工程の後の工程に位置しているが、このドライエッチング工程ⅠⅠⅠaにおいて、前述

のように任意のマスクパターン面内線幅均一性を、エッチングパラメータの選択により実現できるわけであり、これにより、従来必要であった描画時のマスクパターンデータ上に、寸法補正を施す工程を省略することができる。寸法補正に要する時間は、例えばNEWS1860エンジニアリングワークステーション6.7MIPSにて、256MDRAM相当の、マスクパターンに対して処理を行うと、約1時間所要し、マスク作成上のターンアラウンドタイムを阻害していたが、本発明により、収差に対する寸法補正処理を削減することができ、工業的に大きな利益を得ることができる。なおドライエッチング工程ⅠⅠⅠaの後は、通常、レジスト剥離ⅠⅠⅠb、検査・修正、出荷前洗浄ⅠⅤa、出荷ⅠⅤbとつづく。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0080

【補正方法】変更

【補正内容】

【0080】上記手法により図2のステッパCのような収差をもつ光学系に対して、図9のaのようなマスク面内線幅均一性を与えるギャップ間隔として $1.1\text{mm}$ を設定し、これを用いてステッパCにおいて転写実験を行った。この結果、ステッパフィールド中心と周辺部での線幅差は $-0.002\mu\text{m}$ に収まった。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正内容】

【0081】なお、この際のポストベイク設定温度は $160^\circ\text{C}$ であり、これにより、マスク基板上レジスト温度はマスク基板中央で $140^\circ\text{C}$ 、周辺部で $131^\circ\text{C}$ に達していた。

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 6

H01L 21/306

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 21/306

J

JP H07-152147 A

16 June 1995

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the manufacture method of the mask for exposure, and a manufacturing installation. this invention can be used as the manufacture method of the mask for exposure used for manufacture of a semiconductor device etc., and a manufacturing installation.

[0002]

[Description of the Prior Art] in the field which performs pattern formation using the mask for exposure, the request of precision is severe every year, for example, with high integration of various semiconductor devices, the chip extension width-of-face homogeneity precision at the time of the chip pattern imprint demanded by the device manufacturing process is required strictly increasingly, and is becoming in the field of manufacture of a semiconductor device Corresponding to this, the field extension width-of-face homogeneity required of the mask for exposure for semiconductor-device manufacture is also becoming very severe.

[0003] In 0.35-micrometer devices, such as for example, 64MDRAMs, the line breadth homogeneity precision within the semiconductor chip demanded is about 0.05 micrometers, and is set to about 0.04 micrometers in 0.25-micrometer devices, such as 256MDRAM. Usually, in a device process, this precision can be divided into three sorts of precision as follows, and can be considered.

1) the degree of field extension width-of-face process-tolerance 2 etching process precision 3 mask line breadth energy of an aligner -- in this, generally the field extension width-of-face process tolerance of an aligner needs the precision of 0.03 micrometers, when 64MDRAM etc. is made applicable to processing in the case of the reduction projection aligner called so-called stepper and about 0.04 micrometers, 256MDRAMs, etc. are made applicable to processing Moreover, the precision assignment to a reticle is 0.05 micrometers and about 0.04 micrometers 5 times about each. In addition, the precision of this 5 time reticle is a numeric value on a mask.

[0004] In order to fulfill a precision required for such device processing, in the aligner side, for the improvement in a field extension width-of-face process tolerance, flattening of low aberration-ized 2 chip leveling function 3 stage of 1 optical image formation system etc. is examined, and the improvement is achieved. Thereby, as for stepper field extension width-of-face homogeneity, about 0.04 micrometers is attained.

[0005] Moreover, to the improvement in mask line breadth precision, the uniform disposition top method of collection of JP,3-33848,A and 1989 autumn Japan Society of Applied Physics academic lecture meeting drafts 27 p-K11, the line breadth uniform disposition top of the chromium dry etching process as a shading film as shown in spring applied physics relation union lecture meeting 30 p-K15 in 1993, and resist pattern formation as shown in collection of autumn Japan Society of Applied Physics academic lecture meeting drafts 27 p-K10 in 1989 has been examined and put in practical use. As for the field extension width-of-face homogeneity precision in 110mm around on 5x reticle, about 0.22 micrometers is realized in 3sigma by these examination now.

[0006] Under these circumstances, as the above-mentioned stepper's exposure precision, and a process tolerance of this reticle, the limitation on the present idea \*\*\*\*\* manufacturing installation mechanism is approached, respectively, and it is also a fact that the improvement in precision beyond this has resulted in a severe situation.

[0007] In addition, although what is used by a reticle and 1 to 1 projection in what is used by reduction projection may be called a mask and may be distinguished when forming an imprint pattern configuration etc. by exposure light to the mask (resist) material formed on the wafer which is exposed

material, the reticle and mask in such a meaning are named generically in this specification, and it is called a mask.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] To detailed-izing of a device, the precision of a stepper aligner is coming to the limitation as mentioned above, and processing of high accumulation devices, such as 256MDRAMs, has resulted in the very difficult stage in this situation, for example. On the other hand, the device chip size is large-area-ized with increase of a degree of integration, and the need of going across the above-mentioned precision prescribe throughout this large-area-ized chip further, and realizing has arisen.

[0009] Furthermore, on the other hand, in the aligner side, when exposure chip area forms a large size in this way, optical aberration became large and the trouble of bringing about degradation of the exposure field extension width-of-face precision has arisen.

[0010] Generally, the aberration which reduction projection exposure optical system has can be decomposed into the 5 following aberration, and a relation with each aberration can be expressed using the tilt angle  $\omega$  to the optical axis of the beam of light which carries out incidence of the radius of the entrance pupil of image formation optical system toward R and the entrance-pupil center of the optical system from the object point of a body to project further (one side angle).

\*\* spherical aberration  $R^3$  Proportionality \*\* comatic aberration  $R^2$  and  $\omega$  proportionality \*\* -- astigmatic  $R\omega^2$  Proportionality \*\* curvature of field  $R\omega^2$  Proportionality \*\* distortion  $\omega^3$  proportionality -- examination of the technique of former some is made as meanses other than an optical-system improvement of a stepper as the reduction method of the aberration of these For example, to distortion of the above-mentioned \*\*, the technique of forming the aberration in which a stepper has a pattern coordinate on a mask with an amended type is shown in JP,59-178726,A.

[0011] However, the aberration which affects especially a pattern dimensional accuracy is the \*\*\*\* curve of the astigmatism of the above-mentioned \*\*, and the above-mentioned \*\*, and drawing 2 and drawing 3 can express the influence by such aberration. Drawing 2 shows the size gap by the curvature of field to the distance from a stepper field center. As shown in the above-mentioned relational expression, the size gap in this case is produced in the form proportional to the tilt angle of the beam of light which the distance from a center brings about. Here, as a mask size shows drawing 3 (A), when uniform in a mask side (i.e., when the mask size a boiled centering on the stepper field and the size in the field corner section b are equal), by the aberration of optical system, the size of an imprint image serves as  $a_w \neq b_w$ , as the size based on the fields is shown in drawing 3 (B), when the size of  $a_w$  and the corner section is set to  $b_w$ , and the difference turns into the error  $\epsilon$  by aberration.

[0012] The amendment method for such aberration becomes possible by giving pattern size amendment on a mask in the mask drawing process by electron-beam-lithography equipment etc. by the same view as above-mentioned JP,59-178726,A. Namely, as shown in drawing 3 (C), it draws by adding amendment on a mask data in the stage of beforehand drawing of the error part  $\epsilon$  produced by the aberration which stepper optical system has. In drawing 3 (C), the mask size based on [ at the time of mask drawing at the time of drawing ] the fields is set to a, and the size in the corner section is made into  $b'$ . It designs so that it may become  $b' = a + \epsilon$  here. As a point which are careful of, when a mask scale factor is N, Above  $\epsilon$  is made into  $\epsilon \times N$ . By the above-mentioned technique, the size on the wafer after a mask pattern imprint can be uniformly formed in a stepper field side (refer to drawing 3 (D)).

[0013] In addition, although it is equipping with the surface-protection film called pellicle in recent years more often on a mask for the purpose of the improvement in the yield in device processing, when stepper optical system is the single telecentric optical system which is not a double tele cent rucksack (it explains in full detail behind with reference to drawing 16 ), the degrees of incident angle of the beam of light in a center section and a periphery differ in a mask side, and, thereby, a difference begins to arise in the light transmittance within this pellicle film surface. That is, the phenomenon in which a light transmittance deteriorates in a periphery to a field core begins to arise. It appears as dispersion in the light exposure difference in the stepper field, i.e., line breadth, and precision degradation is brought about.

[0014] this -- also receiving -- the former -- the same technique as the amendment method of distortion of the lens of the above-mentioned reduction projection optical system -- the line breadth on a mask -- an amendment -- the line breadth precision after a mask pattern imprint was raised by things

[0015] However, when it was going to cope with it in this way by amendment of the pattern size which draws a stepper's astigmatism, a \*\*\*\* curve, etc. on a mask, the following problems had arisen.

[0016] When it is going to give a stepper's optical aberration to the 1st with an amended type for size amendment of the drawing pattern on a mask, It is necessary to perform calculation of the correction value by the computer to all the mask top patterns, and sets on masks [ like ] with very many figures dealing with a high accumulation device, such as 256MDRAM. Making within a time [ appropriate ] end the calculation will increase remarkably the turn around time from design-data creation to mask making, it will affect the turn around time in the total of device creation further, and brings about the situation which is not desirable from a industrial standpoint.

[0017] To the stepper from whom optical aberration differs, and the mask with which the kinds of pellicle film differ, mask size correction value different, respectively must be given, and it must draw, and huge machine time is required and it will be necessary 2nd to re-create a mask data for whenever [ the / every ]. This will affect the turn around time in the total of device creation like the 1st problem, and had become a remarkable fault.

[0018] It sets [ 3rd ] to the mask making for 0.25-micrometer devices of 256MDRAM classes with detailed-izing of a pattern. Although such the so-called proximity effect produced by the backscattering from the substrate of an electron ray and forward scattering in the inside of a resist, and a big problem and a big bird clapper that heat deformation of the resist by the generating heat within the substrate by the electron ray and a resist similarly cannot be disregarded are known The machine time for already giving amendment (at the time of drawing the so-called proximity effect correction, heat amendment) to these at the time of mask-data creation has extraordinary length, and the increase in the further machine time for optical aberration amendment had become a big trouble.

[0019]

[Objects of the Invention] In the manufacture method of the mask for exposure and the manufacturing installation in which the mask pattern which consists of the above-mentioned mask film by this invention's creating a mask film on a transparent substrate, and carrying out selective etching of this mask film was formed In the process which results in the shading film etching process after resist pattern formation the optical aberration which the optical aligner for which the mask is used, and a pellicle protective coat bring about, and an optical property -- an amendment -- like The mask processing process parameter according to the optical aberration and optics is chosen, and it aims at offering the technology which raises the line breadth precision at the time of this imprinting a mask pattern.

[0020]

[Means for Solving the Problem] In the manufacture method of the mask for exposure which forms the mask pattern which consists of the above-mentioned mask film by invention of the claim 1 of this application creating a mask film on a transparent substrate, and carrying out selective etching of this mask film At the process which results in the shading film etching process after resist pattern formation So that the imprint pattern designed on exposed material with this mask for exposure according to the service condition of the above-mentioned mask for exposure may be obtained The mask pattern by which amendment was made is the manufacture method of the mask for exposure characterized by choosing the mask processing process parameter of the conditions formed on a mask, and, thereby, attains the above-mentioned purpose.

[0021] Invention of the claim 2 of this application is the manufacture method of the mask for exposure according to claim 1 characterized by the above-mentioned mask processing process parameter being what is amendment composition and chosen according to this optical aberration and/or an optical property in the optical aberration and/or the optical property which the optical aligner for which the above-mentioned mask for exposure is used, and/or a pellicle protective coat bring about, and, thereby, attains the above-mentioned purpose.

[0022] Invention of the claim 3 of this application is the manufacture method of the mask for exposure according to claim 2 characterized by the optical aberration which should amend the above being a curvature of field, and, thereby, attains the above-mentioned purpose.

[0023] The optical property which should amend the above is the manufacture method of the mask for exposure according to claim 2 characterized by being the optical permeability difference produced with a pellicle film, and, thereby, invention of the claim 4 of this application attains the above-mentioned purpose.

[0024] Invention of the claim 5 of this application is the manufacture method of the mask for exposure according to claim 1 to 4 that the process which adds the above-mentioned amendment was characterized by being a shading film dry etching process, and, thereby, attains the above-mentioned purpose.

[0025] Invention of the claim 6 of this application is the manufacture method of the mask for exposure

according to claim 1 to 4 that the process which adds the above-mentioned amendment was characterized by being a register SUTODE scum process, and, thereby, attains the above-mentioned purpose.

[0026] Invention of the claim 7 of this application is the manufacture method of the mask for exposure according to claim 1 to 4 that the process which adds the above-mentioned amendment was characterized by being the process of both register SUTODE scum and shading film dry etching, and, thereby, attains the above-mentioned purpose.

[0027] Invention of the claim 8 of this application is the manufacture method of the mask for exposure according to claim 1 to 4 that the process which adds the above-mentioned amendment was characterized by being a resist postbake process, and, thereby, attains the above-mentioned purpose.

[0028] Invention of the claim 9 of this application is the manufacture method of the mask for exposure according to claim 1 to 4 that the process which adds the above-mentioned amendment was characterized by being a shading film wet etching process, and, thereby, attains the above-mentioned purpose.

[0029] The process which adds the above-mentioned amendment is the manufacture method of a resist postbake, register SUTODE scum, and the mask for exposure according to claim 1 to 4 characterized by being the combination of two or more arbitrary processes of the shading film wet etching processes, and, thereby, invention of the claim 10 of this application attains the above-mentioned purpose.

[0030] In the manufacturing installation of the mask for exposure which forms the mask pattern which consists of the above-mentioned mask film by invention of the claim 11 of this application creating a mask film on a transparent substrate, and carrying out selective etching of this mask film The optical aberration and the optical property which the optical aligner for which the mask is used, and a pellicle protective coat bring about in the process which results in the shading film etching process after resist pattern formation with amendment composition It is the manufacturing installation of the mask for exposure characterized by choosing the mask processing process parameter according to the optical aberration, and this attains the above-mentioned purpose.

[0031] It is as follows when the composition of this invention is explained with reference to drawing 1 . Namely, this invention creates a mask film on a transparent substrate, and sets it to the manufacture method of the mask for exposure which forms the mask pattern which consists of the above-mentioned mask film by carrying out selective etching of this mask. At the process which results in the shading film etching process after resist pattern formation I (resist pattern formation by exposure and development of a resist) The mask pattern by which amendment was made so that the imprint pattern material [ exposed ]-upper-designed with this mask for exposure according to the service condition of the above-mentioned mask for exposure might be obtained is what performs selection II of the mask processing process parameter of the conditions formed on a mask. typically According to this optical aberration and/or an optical property IIa, the selection IIb is performed with amendment composition in the optical aberration and/or the optical property IIa of the optical aligner for which the above-mentioned mask for exposure is used for the above-mentioned mask processing process parameter, and/or a pellicle protective coat to bring about.

[0032] this invention can carry out in the dry-etching process of the shading film in the mask manufacturing process for exposure in the mode which gives the desired amount of mask side extension width-of-face amendments by quantifying the line-breadth homogeneity within a mask side about various etching parameters beforehand, storing as a table, and choosing etching conditions which give the amount of amendments required for an amendment sake for the optical aberration and the optical property of the stepper or the pellicle film to be used at this process from the above-mentioned quantification table.

[0033] As a process which performs this amendment, it is desirable also at a register SUTODE scum process or both the processes of shading film etching register SUTODE scum. Furthermore, as a process which performs this amendment, a resist postbake process is sufficient or a shading film wet etching process is sufficient. Furthermore, you may be two or more combination of the arbitrary processes in a resist postbake process, register SUTODE scum, and a shading film wet etching process.

[0034] the optical aberration and the optical property which the optical aligner for which the mask is used, and a pellicle protective coat bring about in the process which results in the shading film etching process of each above-mentioned technique, i.e., the resist pattern formation back, -- an amendment -- like, the mask processing process parameter according to the optical aberration is chosen, and the line breadth at the time of imprinting a mask pattern is raised

[0035]

[Function] In the manufacture method of the mask for exposure in which the mask pattern which consists of the above-mentioned mask film by according to this invention creating a mask film on a transparent substrate and carrying out selective etching of this mask film was formed In the process which results in the shading film etching process after resist pattern formation the optical aberration and the optical property which an optical aligner and a pellicle protective coat bring about, corresponding to the conditions for which the mask is used -- an amendment -- like Since it was made to raise the line breadth precision at the time of choosing the mask processing process parameter according to the optical aberration, and imprinting a mask pattern The need of giving the computation for giving the correction value of an amendment sake for the optical property of the stepper used and a pellicle film on a mask which was the need conventionally to each mask design pattern is lost, and shortening of large mask making time is achieved on industry. Moreover, in case this exposes a mask pattern by different stepper simultaneously, it becomes unnecessary to carry out amendment calculation of the mask design pattern produced for whenever [ the / every ], and it can realize shortening of large mask making time on industry like the above. On the occasion of detailed-izing of a pattern, this can reduce [ a proximity effect correction and time to amend generating heat and the optical strain by the stepper pellicle film to a mask data at the time of drawing have come to become huge to the ability to reduce ] greatly the mask making cost of the present mask making process, and can acquire a big advantage on industry.

[0036]

[Example] Hereafter, with reference to a drawing, this invention is explained based on an example. However, although it is natural, this invention does not receive limitation according to the example of illustration.

[0037] an example 1 -- exposure field extension width-of-face precision degradation after the mask pattern imprint first brought about using drawing 2 by the aberration produced by the curvature of field in stepper optical system is explained Here, a mask substrate is a quartz substrate and used the chromium film as a shading film.

[0038] As shown in drawing 2 , in Stepper C, the size gap by the curvature of field increases as the distance from a stepper field center becomes large, and a size gap amounts to 0.02 micrometers in 10mm distance. This occupied 0.04 micrometers of 50% of line breadth homogeneity precision prescribes in the semiconductor chip demanded in 0.25-micrometer device processes, such as present 256MDRAM, and had become the big factor of precision degradation. That is, by this curvature of field, as shown in drawing 3 (A), even if it designed equally the mask Kaminaka core size a and the corner section size b for the mask top size, the chip corner section pattern size bw (refer to drawing 3 (B)) after an imprint was done smaller 0.02 micrometers than the size aw based on chips.

[0039] By applying this invention, to a stepper with this curvature-of-field aberration, it is an amended type about the aberration, and optimization of the etching process parameter in the chromium dry etching process which is a shading film performs size amendment of a mask top pattern in this example. As shown in drawing 3 (C), it sets up like [ in the mask corner section ] b' to the size a based on masks, and the size of the mask top pattern of the amended result is  $b'=a+\epsilon M$ . It carries out.  $\epsilon$  is a value which was shown in drawing 2 and which corresponds on the mask of the amount  $\epsilon$  of gaps by a stepper's curvature of field. In this example, the numeric values of a, aw, b, b',  $\epsilon$ ,  $\epsilon M$ , and N are 1.25 micrometers, 0.25 micrometers, 1.25 micrometers, 1.35 micrometers, 0.02 micrometers, 0.10 micrometers, and 5 respectively.

[0040] Here, the chromium dry etching process which optimizes a process parameter is explained.

[0041] The example of composition of the etching system used for this example is shown in drawing 4 . This equipment is an parallel monotonous type RIE system which consists of an up electrode 4 and a lower electrode 5, and RF generator 6 (13.56MHz) is connected between two electrodes 4 and 5.

[0042] Cl<sub>2</sub> which is gas used for etching, O<sub>2</sub>, and hydrogen-containing and oxygen gas (wet air or wet nitrogen) are supplied in a reaction chamber 8 from the gas supply mouth prepared in the up electrode 4, after being respectively introduced with the gas introduction pipes 71-73 from a respectively different source of supply and being mixed within the introductory pipe 7. Moreover, the flow rate of each gas is independently controlled by the controller (mass-flow controller) installed in the supply pipes 71, 72, and 73 of each gas. The gas pressure at the time of etching is the degree of opening and closing of the valve installed in the middle of the exhaust pipe, and is controlled by adjusting displacement. as the parameter of etching -- \*\*RF (power W) \*\* pressure (Pa) \*\* electrode spacing \*\* -- a setup each quantity-of-gas-flow \*\* electrode temperature \*\* etching time of whose etc. could change on soft (program), and changed the conditions of two or more steps to one processing is possible

[0043] In this example, when performing dry etching using the above-mentioned etching system shown

in drawing 4 , the photo-mask substrate 9 with the register stern after development-post BEGU which is an etched object first is etched after that on the lower electrode 5.

[0044] Here, the relation of the etching conditions and etch uniformity which these people found out about the dry etching process is explained. According to the knowledge of this application, in the equipment of composition as drawing 4 shows, \*\*\*\*\* in the degree of vacuum of etch uniformity, inter-electrode distance, RF output, and etching gas and the content ratio dependency of oxygen gas were able to be quantified. drawing 5 -- a degree of vacuum dependency -- RF output is shown in drawing 7 and \*\*\*\*\* in etching gas and the content ratio dependency of oxygen gas (for example, a steam and a wet gas can be used) are shown for an inter-electrode distance dependency in drawing 6 at drawing 8

[0045] Finally such a parameter that affects it to etch uniformity can give arbitrary etch uniformity by the method of each combination. A difference with the line breadth in the mask core of the chromium mask pattern size formed in drawing 9 after etching in a predetermined distance from 5x mask center is shown.

[0046] Among drawing 9 , Sign a is the case of degree of vacuum 130mTorr, 10mm of inter-electrode distance, RF output 150W, and the hydrogen-containing and an oxygen gas content ratio 0.657, and, as for the variation of tolerance based on masks, in the case of 50mm of distance from 5x mask center, +0.1 micrometers is obtained. Moreover, the variation of tolerance at this time is changing in proportion [ almost ] to the square of the distance from 5x mask center.

[0047] Moreover, b is the case of degree of vacuum 200mTorr, 130mm of inter-electrode distance, RF output 180W, and the hydrogen-containing and an oxygen gas content ratio 0.452, and, as for the variation of tolerance based on masks, in the case of 50mm of distance from 5x mask center, -0.1 micrometers is obtained. Moreover, the variation of tolerance at this time is changing in proportion [ almost ] to the square of the distance from 5x mask center.

[0048] Moreover, c is the case of degree of vacuum 140mTorr, 100mm of electrode spacings, RF output 180W, and the hydrogen-containing and an oxygen gas content ratio 0.657, it is not dependent on distance from 5x mask center, and the result with the uniform size within a mask side is obtained. For example, when the distance from 5x mask center was 50mm, the difference with the mask core of the mask pattern size was -0.003 micrometers.

[0049] The measurement result of the mask top pattern size corresponding to Above a, b, and c is shown in drawing 10 , drawing 11 , and drawing 12 , respectively.

[0050] Moreover, it has become clear that the combination of the etching parameter which gives arbitrary mask pattern side extension width-of-face homogeneity to everything but the conditions of Above a, b, and c as a result of examination of these people can be acquired.

[0051] Although it is located in the mask drawing Ia, resist development and Postbake Ib, and the process after each process of DESUKAMU V among the mask making processes to mask drawing -shipment as the dry etching process IIIa is shown in drawing 13 In this dry etching process IIIa, it is the reason which can realize mask pattern side extension width-of-face homogeneity arbitrary as mentioned above by selection of an etching parameter. by this The process which gives size amendment on the mask pattern data at the time of drawing which was the need conventionally can be skipped. Although the time which size amendment takes had checked the turn around time on about 1-hour Mr. necessary one and mask making when it processed to the mask pattern of 256MDRAM for example, in NEWS1860 engineering-workstation 6.7MIPS, by this invention, it can cut down the size amendment processing to aberration, and can obtain big profits industrially. In addition, after the dry etching process IIIa usually continues with the resist ablation IIIb, inspection and correction, the front [ shipment ] washing IVa, and Shipment IVb.

[0052] When the mask (mask side extension width-of-face homogeneity like drawing 10 is acquired) was created by giving the etching parameter which gives mask side extension width-of-face homogeneity like a of drawing 9 to optical system with aberration like the stepper C of drawing 2 by the above-mentioned technique in a chromium dry etching process and the imprint experiment was conducted in Stepper C using this, as shown in drawing 14 , the line breadth precision in the good stepper field was acquired. The selection II of a parameter is a form like drawing 15 , and when a mask goes into a dry etching process, it is performed. III' shows an etching system among drawing 15 . IIc shows a computer. I' shows the mask for exposure after development, and IV' shows the mask after dry etching.

[0053] In addition, in this example, EBR-9 (2, 2, and 2-truffe RUORO ethyl-alpha-chloro acrylate; Toray Industries, Inc. make) of a BOJI type electron beam resist was used as an electron-beam-resist



material in the case of mask making. The chromium shading material film used 105nm \*\*, and the thickness of an electron-beam-resist film adopted 500nm \*\*.

[0054] moreover, the photoresist used when a mask pattern was imprinted by Stepper C -- the product made from SHIPUREI -- it is SAL601-ER7 and resist \*\* could be 0.7 micrometers. Moreover, the wavelength of the stepper light source is 0.248 micrometers, and the thing of NA=0.42 and the optical conditions of  $\sigma=0.5$  was used for it.

[0055] In the single tele cent rucksack reduction projection exposure system which is not an example 2 double tele cent rucksack, when equipping with a pellicle film on a mask side, a difference arises in the degree of incident angle of the beam of light in a mask side, this gives a difference to the optical path length within a pellicle film surface, a gap arises to an optical interference period as a result, and a difference arises in a light transmittance. These optical system is shown in drawing 16 . a mask substrate with a pellicle and 11 are used for an objective lens, and 12 is used only for double telecentric optical system for ten in drawing -- secondary -- degree objective lens and 13 are wafer substrates

[0056] Drawing 16 (A) shows single telecentric optical system, and drawing 16 (B) shows double telecentric optical system.

[0057] In the case of single telecentric optical system, as shown all over drawing, the degree theta of beam-of-light angle of emergence to the objective lens within a mask side changes a lot, is small in the mask center section, and serves as the maximum by the mask periphery. The angle of emergence from the mask substrate of a beam of light can be replaced with the incident angle to a mask substrate, and the light transmittance of a pellicle film to this incident angle is shown in drawing 17 .

[0058] Here, it is Incident. Angle A beam-of-light incident angle and Transmission are a light transmittance and S. Polarization, P Polarization expresses change of light. The wavelength of light shown among drawing is 365nm.

[0059] It sets to this single telecentric optical system, and is Incident. As for a light transmittance, in the case of 30 degrees C, Angle deteriorates to 96% with P polarization light 90% in S polarization light by the mask periphery.

[0060] That the light exposure of light generally falls has a relation that the pattern line breadth on a wafer formed becomes small, and the difference of a stepper field core and a periphery produced 0.035 micrometers of pattern line breadth on the wafer formed in this case. Design line breadth is 0.35 micrometers and used the stepper of a field-size 20mm angle, NA=0.50,  $\sigma=0.5$ ,  $\lambda=0.365$ , and reduction percentage 1/5 here.

[0061] On the other hand, the technique in the case of carrying out this invention is shown below. On the occasion of operation of this invention, a process means is constituted so that the optical intensity by the light transmittance of a pellicle film may be compensated. First, the light transmittance in the field equivalent to a stepper field size is quantified in a form like drawing 17 , and the line breadth variation corresponding to this is calculated. The technique to search for is converted from the light exposure vs line breadth property generally used in optical lithography characterization.

[0062] When reduction projection exposure was carried out on the wafer like the above using the mask pattern created in such a form, the difference of a stepper field center section and a periphery was reduced by 0.007 micrometers.

[0063] Although example 3 examples 1 and 2 explained the technique of raising stepper field extension width-of-face homogeneity by performing parameter selection and setting up suitably mask pattern side extension width-of-face homogeneity according to the dry etching process of a chromium mask the size homogeneity same in this example -- the inside of a mask side -- giving -- and after a stepper imprint -- quantity -- size amendment at the register SUTODE scum process in a mask making process is explained as the technique of giving uniform field extension width of face

[0064] A register SUTODE scum process is explained. The cross-section configuration of EB resist after resist BOSUTO baking is shown in drawing 18 (a). The shading film with which EB resist and 21 consist of Cr or oxidation Cr in 20, and 22 are quartz substrates here. The configuration of the resist 20 after a postbake is the configuration which pulled the skirt by the interface 21 with a shading film corresponding to the stored-energy distribution of the electron ray within a resist and swelling in a development process, contraction, and the developing time. 23 in drawing shows skirt length (scum). It is easy to carry out film decrease of this portion easily in the case of shading film dry etching, and, for this reason, removing beforehand is desirable. Moreover, also in the case of shading film wet etching, the penetration of etchant tends to happen, it is easy to deteriorate line breadth homogeneity, this meaning also removes this scum beforehand, and \*\*\*\*\* is desirable.

[0065] As it is called DESUKAMU to remove scum and it is shown in drawing 18 (b), a steep profile



can be obtained by removing a surface monostromatic for EB resist configuration of 20 like 20'.

[0066] The example of composition of the register SUTODE scum equipment used for this example is shown in drawing 19. RF generator 36 (13.56MHz) is connected between two electrodes 34 and 35 with the parallel monotonous type BURAZUMA equipment with which this equipment consists of an up electrode 34 and a lower electrode 35.

[0067] Gas O<sub>2</sub> used for DESUKAMU It is introduced from the gas introduction pipe 37. A quantity of gas flow is controlled by the mass-flow controller. The gas pressure at the time of DESUKAMU is the degree of opening and closing of the valve installed in the middle of the exhaust pipe, and is controlled by adjusting displacement.

[0068] A setup whose \*\*RF power (W), \*\* pressure (Pa), \*\* electrode spacing (mm), \*\* quantity of gas flow (sccm), \*\* electrode temperature, \*\* DESUKAMU time, etc. could change on soft (program), and changed the conditions of two or more steps to one processing as a parameter at the time of DESUKAMU is possible.

[0069] In this example, when performing register SUTODE scum using the De Dis cam mechanism shown in drawing 19, the photo-mask substrate 39 with the resist pattern after the postbake after the development which is a DESUKAMU-ed object first is placed on the lower electrode 35, and DESUKAMU is performed after that.

[0070] In a DESUKAMU process, the amount d of DESUKAMU can acquire arbitrary homogeneity by changing various parameters here, as the property of RIE of an example 1 and an example 2 was explained. As a parameter which affects DESUKAMU homogeneity, \*\*RF power (W), \*\* pressure (Pa), \*\* electrode spacing (mm), and \*\* quantity of gas flow (sccm) were chosen by this example.

[0071] As a result of optimizing a parameter, as for the register SUTODE scum parameter which gives the mask side extension width-of-face homogeneity equivalent to a of drawing 9, it was acquired as a result that a setup of \*\*RF power 300W, \*\* pressure 200mTorr, 70mm of \*\* electrode spacings, and \*\* quantity-of-gas-flow 100sccm is suitable.

[0072] The etching (dry etching) parameter behind register SUTODE scum usually processed in the process (conditions from which high line breadth homogeneity is acquired).

[0073] When the imprint experiment was conducted in Stepper C using the mask created by the above technique like the example 1 (exposure conditions and photoresist conditions presupposed that it is the same as that of an example 1), the result with the very as good line breadth difference of a stepper field core and a periphery as 0.003 micrometers was obtained.

[0074] In addition, since the line breadth homogeneity within a mask side is a plasma process as well as examples 1 and 2, being able to control by register SUTODE scum arbitrarily and also creating the mask corresponding to Steppers A and B cannot be overemphasized by that it is completely satisfactory.

Moreover, this example can also be used combining examples 1 and 2.

[0075] By example 4 this example, in order to obtain the same purpose and same result as examples 1-3, how to perform mask top size amendment at a resist postbake process is explained.

[0076] A resist postbake is after development as Sign 1b shows to drawing 13, and it is located before a register SUTODE scum V process. A postbake process is performed in order to be the process which removes the solvent absorbed in the resist macromolecule with development/rinse and to raise the adhesion of a resist and a shading film more after resist development. it is known for this process that the dimensional change of a resist can be given depending on the temperature of baking (the so-called resist configuration -- based on whom)

[0077] The composition of resist postbake equipment is shown in drawing 20. Drawing 20 (a) is drawing seen from the upper surface, and (b) is drawing which looked at the cross section.

[0078] The mask substrate 30 is heated by the hot plate 32 through the spacer 31 for pro squeak tee baking.

[0079] At a postbake process, mask size  $a < b'$  shown in mask size  $a = b$  explained to drawing 3 (A) or drawing 3 (C) can be set up by adjusting the gap distance of the hot plate of this pro squeak tee baking, and a mask substrate. Generally, in the case of a macromolecule resist, if baking temperature is higher than  $T_g$ , molecular rotation movement centering on a principal chain will arise, who begins to arise in the portion of the skirt in a resist cross-section configuration, and when higher than  $T_m$ , a resist cross-section configuration has the property that who and the resist line breadth itself become thick greatly. ( $T_g$  is a glass transition temperature)  $T_m$  is a softening temperature).

[0080] 1.1mm was set up to the optical system which has aberration like the stepper C of drawing 2 by the above-mentioned technique as a gap interval which gives mask side extension width-of-face homogeneity like a of drawing 9, and the imprint experiment was conducted in Stepper C using this.

Consequently, the line breadth difference in a stepper field center and a periphery was settled in -0.002mm.

[0081] In addition, the postbake setting temperature in this case was 60 degrees C, and thereby, mask substrate top resist temperature amounted to 140 degrees C in the center of a mask substrate, and it amounted to 131 degrees C in the periphery.

[0082] On the other hand, on the conventional postbake conditions, it is 0.1mm in gap interval, postbake setting temperature could give mask substrate top resist temperature to the homogeneity within a field by 141 degrees C at 140 degrees C, and, thereby, the line breadth homogeneity within a mask side was able to be given to about  $\pm 0.02$  micrometers.

[0083] In the above example, it presupposed that the electron-beam-resist conditions at the time of mask making and the photoresist conditions at the time of stepper exposure, stepper optical conditions, etc. are the same as examples 1 and 2, and process conditions other than a resist postbake used the mask process conditions (standard process conditions) of giving homogeneity within a mask line breadth side like c of drawing 9.

[0084] In example 5 this example, in order to obtain the same purpose and same result as examples 1-4, this invention was carried out by the method of performing mask size amendment at a resist wet etching process.

[0085] A shading film wet etching process can be used as an alternative of the dry etching IIIa in the mask making process shown in drawing 13.

[0086] In wet etching, spray injection of the etching reagent of a shading film is carried out to the mask substrate rotated as shown in drawing 21, and a pattern is formed. The mask substrate 30 is the interior of the wet etching chamber 42, and rotates by the rotation drive system 43. To this mask substrate 30, from the supply tube 41, wet etching liquid reaches a spray nozzle 40, and is further emitted on a concentric circle through the nozzle.

[0087] The field interior division cloth of the amount of medical fluids with which the method in this example is supplied on a mask substrate according to the injection direction of a nozzle is changing the homogeneity within a mask side from differing by this.

[0088] Although mask side inside dimension method homogeneity becomes very good when arranging the direction of a injection center of a nozzle with the center of rotation like drawing 21 (a), if a injection center is set up like drawing 21 (b), the etch rate of a periphery will become quick and chromium (shading film) omission line breadth will become large as a result.

[0089] In this example, the degree of nozzle angle is set as 18 degrees, and this gave the chromium etchant injection center on the 40mm concentric circle from the 5" mask side Kaminaka heart. Thereby, the mask line breadth homogeneity within a field became a configuration like a of drawing 9.

[0090] As a result of exposing by the stepper C of drawing 2 using this, the line breadth difference in a stepper field center and a periphery was settled in +0.003 micrometers.

[0091] In the above example, the same thing as the standard mask process conditions in examples 1-4 is used except the shading film (chromium) wet etching process.

[0092] Arbitrary mask side extension width-of-face homogeneity can be given by setup of the spray angle of chromium wet etching, and the above technique enables a stepper's aberration in the mask process which is the purpose of this invention by this to offer an amendment mask.

[0093] Moreover, even if this example combines with examples 1-4, it can be used.

[0094] As mentioned above, although this invention was explained based on the desirable example, this invention is not limited to these examples. The conditions and numeric value which were explained in the example are instantiation, and can be changed suitably.

[0095]

[Effect of the Invention] About the manufacture method of the mask for exposure and manufacturing installation which form the mask pattern which consists of the above-mentioned mask film by according to this invention creating a mask film on a transparent substrate and carrying out selective etching of this mask film In the process which results in the shading film etching process after resist pattern formation the optical aberration which the optical aligner for which the mask is used, and a pellicle protective coat bring about, and an optical property -- an amendment, since it considered as the composition which chooses the mask processing process parameter according to the optical aberration and optics like The line breadth precision at the time of imprinting a mask pattern was able to be raised.

---

[Translation done.]

